

LIVRE TROISIEME

D V M O V V E M E N T, D E L A

tenfion, de la force, de la pefanteur, & des
autres proprietiez des chordes Har-
moniques, & des autres corps.



PRES auoir parlé du mouuement des principaux corps de cet Vniuers, particulièrement de celuy de la terre, il faut examiner plus particulièrement ceux qui appartiennent aux chordes des instrumens, & aux autres corps qui font de l'Harmonie: ce que nous ferons dans les Propositions de ce liure, où nous traiterons aussi de la force necessaire pour soustenir le poids donné sur vn plan oblique & incliné à l'horizon.

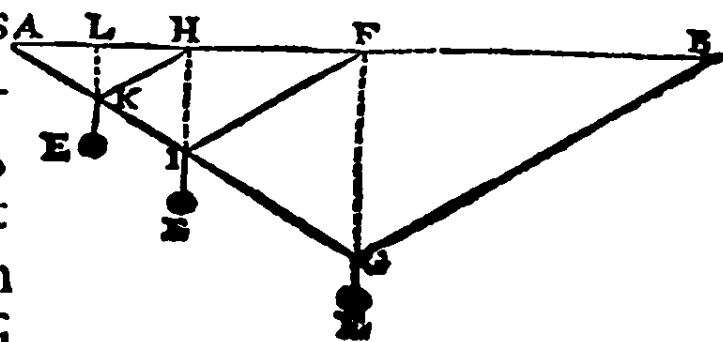
PROPOSITION I.

La raison du nombre des retours de toutes sortes de chordes est inuerse de leurs longueurs.

SOIT la chorde precedente AB attachée aux deux cheualets du Monochorde aux deux points A & B; & la chorde AF attachée aux points A & F, ie dis que la chorde AB estant tirée au point G ne retournera qu'une fois au point F, pendant que la chorde AF tirée au point I, retournera deux fois au point H, comme monstre l'experience; de sorte que AF reuiendra tousjours deux fois pendant que AB ne reuiendra qu'une fois: par consequent le nombre des retours d'AF est double de ceux d'AB, comme la chorde AB est double de la chorde AF: d'où il s'ensuit que le nombre des mouuemens ou des retours d'une chorde s'augmente en mesme raison que sa longueur se diminue, & consequemment que la raison desdits retours est inuerse de la raison des longueurs de la chorde.

La raison de cette inégalité de retours se prend de l'egalité de la tension; car le point G de la chorde AB va aussi viste vers F, que le point I de la chorde AF va vers H; ce qui preuue que la chorde AB est aussi tendue, & aussi violentée au point G, que la chorde AF l'est au point I: mais parce que le point G a deux fois plus de chemin à faire iusques à F, que le point I iusques à H, il s'ensuit que le point I ira iusques à H, & reuiendra de H vers le point I, pendant que G ira à F; & qu'I frappera deux fois l'air de la ligne AF, pendant que G ne frappera qu'une fois l'air de la ligne AB.

Il faut conclure la mesme chose des autres chordes pour grâdes ou petites qu'elles puissent estre; par exemple, de la chorde AH, qui est souzquadruple de la chorde AB, c'est pourquoy ses retours seront quadruples en nombre des retours de la chorde AB: & si elle estoit cent fois plus courte, ils seroient centuples, & ainsi consequemment iusques à l'infini, ou du moins iusques à la briefueté & longueur des



chordes, qui est capable de leur faire produire quelque Son, ou quelques retours. Mais il faut remarquer que la corde A B estant tirée au point E, ne retournera pas si viste à F, comme le point I de la corde A F retournera à H, quoy que le chemin de I à F soit esgal au chemin d'I à H, car il sera deux fois plus de temps à retourner à F, qu'il n'en emploiera pour retourner iusques à H: ce qui n'empesche pourtant nullement que le point G ne se meuue aussi viste que le point I, quand les distances d'où ils retournent sont proportionnelles; ce qui n'arriue pas au point I, qui est deux fois plus tendu, comme il est facile de conclure par la proportion des triangles, ou des cordes A I B, & A I F. De là vient que l'air I H est frappé & pousse deux fois plus fort & plus viste par le point I: & que le Son qui est fait par les battemens de la corde A F est double du Son qui est fait par ceux de la corde A B, laquelle fait vn Son d'autant plus graue qu'elle fait moins de retours en mesme temps.

D'où l'on peut conclure que le Son graue se fait de l'aigu, car si l'on diuise l'aigu, c'est à dire si l'on soustrait quelques-vns de ses mouuemens, ou retours, l'on en fera le son graue, de mesme que l'on fait vn moindre nombre par la diuision que l'on fait d'un plus grand; par exemple si l'on soustrait vn retour de la corde A F, l'on fera le son graue de la corde A B, qui est à l'Octaue en bas du son de la corde A F, de sorte que tous les sons de la Musique se peuuent faire par la soustraction & par l'addition, car si l'on adioustoit vn battement d'air à chaque retour de la corde A B, elle feroit le son aigu de la corde A F.

COROLLAIRE I.

L'on peut comparer la vitesse du point G ou I à la vitesse des pierres & autres missiles que l'on iette avec violence, car ils vont tousiours plus viste au commencement de leur mouuement qu'en nul autre endroit; & comme la force souzdouble du point M est cause qu'il va deux fois plus lentement à F, qu'I à H, lequel est poussé par vne double force, de mesme la pierre iettée par la force souzdouble va deux fois plus lentement que lors qu'elle est iettée par vne double force. Neantmoins c'est chose assurée que la seule resistance de l'air, qui retarde & esteint le mouuement des missiles, n'est pas si grande que la resistance de la corde A B, qui s'efforce tant qu'elle peut de se restablir dans sa ligne droite A F B, & qui a encore la resistance de l'air aussi bien que les missiles: c'est pourquoy ils font beaucoup plus de chemin en mesme temps que les cordes: mais nous ferons vn discours particulier de cette comparaison, & de la difference de ces deux vitesses.

COROLLAIRE II.

L'on peut encore comparer les missiles & lesdits points quant aux differentes vitesses qu'ils ont en chaque point, ou chaque partie du chemin qu'ils font, car si l'on s'imagine que la pierre iettée se meuue de G à F, elle fera deux fois plus viste le chemin de G à M, que celui de M à F, comme le point G fait deux fois plus viste le chemin de G à M, que de M à F; & consequemment le mouuement des missiles que l'on meut violemment, vont d'autant plus lentement qu'ils s'esloignent dauantage de leur origine, c'est à dire de la force par laquelle ils ont esté iettez: & parce que la force qui est en I, est deux

Des mouuemens & du son des chordes. 159

fois aussi grande que celle qui est en M, I va deux fois plus viste iusques au point H, que M ne va iusques à F. Mais ce discours des missiles contient beaucoup de choses qu'il faudra examiner ailleurs.

COROLLAIRE III.

Il faut encore remarquer que le son I, qui va iusques à H, est deux fois plus fort & plus vehement que le son du point M qui va iusques à F, d'autant qu'I frappe vne esgale quantité d'air d'une double vitesse: car la grandeur ou force du son vient de la grande quantité d'air qui est frappé d'une grande vitesse: mais la force des sons requiert vn autre lieu.

COROLLAIRE IV.

Puis que nous trouuons que toutes choses sont icy proportionnees, l'on peut conclure que la periode entiere de tous les retours de la chorde A B, qui se font depuis G iusques à ce qu'elle se repose en F, dure deux fois autant que celles des retours de la chorde A F, qui se font depuis I iusques à ce qu'elle se repose en H: car il reste tousiours deux fois autant de chemin à faire à la chorde A B apres chaque retour, qu'à la chorde A F; mais il est difficile de sçauoir à quel endroit de la ligne G F se trouue le point G, lors que la chorde A F commence à se reposer: c'est à dire à quel point de la ligne G F se rencontre le milieu des retours de la chorde A B, quoy que l'on suppose que la diminution des retours, depuis le premier iusques au dernier, se fasse en proportion Geometrique, parce qu'il faut premierement sçauoir la proportion du premier retour au second, & puis le nombre de tous les retours, ce que l'on ne cognoist pas; toutesfois s'il arriue que la chorde A B tirée en G fasse son premier retour plus court d'une vingtiesme partie que la ligne F G, & qu'elle fasse mille retours auant que de se reposer, l'on peut trouuer par le desnombrement & la mesure des parties proportionnelles de la ligne G F, sur laquelle il faut marquer tous les retours, & determiner le point où se fera chaque retour combien il faut de retours pour faire le chemin de la partie donnée de la ligne G F, ce que nous ferons dans la dix-septiesme Proposition du premier liure des instrumens à chordes, & ailleurs.

COROLLAIRE V.

Puis que nous auons monsté que la chorde A B estant tirée en G retourne aussi tost au point F, que lors qu'elle est seulement tirée en M, ou en quelqu'autre point de la ligne M F, & qu'elle fait neantmoins le mesme son quant à l'aigu, comme ie suppose maintenant, il s'ensuit qu'une bande de Violons, ou qu'une multitude d'autres ioüeurs d'instrumens à chordes, peuuent tellement proportionner les sons graues & aigus, que le mouuement de chaque chorde sera esgal, ce que ie demonstre dans le son graue, & dans l'aigu de l'Octaue: car si l'on tire la chorde A B, qui fait le son graue, iusques à G, & la chorde A F qui fait le son aigu, iusques à I, I retournera au point H en mesme temps que G retournera à M; or la ligne I H est esgale à la ligne G M, donc vn esgal mouuement d'air peut faire le son graue & l'aigu de l'Octaue; ce que

l'on peut aisément accommoder aux autres sons aigus & aux Concerts entiers, comme nous dirons plus amplement au traité de la Composition & des Concerts.

COROLLAIRE VI.

Il s'en suit encore de cette Proposition, que les Musiciens ont pris iusques à present les raisons de la Musique à rebours, car ils ont creu que le son graue de chaque interualle est le plus grand terme de la raison, & que l'aigu est le moindre, parce qu'ils ont seulement considéré le materiel du son, ou plutôt sa cause efficiente, au lieu qu'ils eussent deu considérer sa nature & sa forme, comme nous faisons: de là vient qu'ils ont dit que le son graue de l'Octaue contient deux fois l'aigu, au lieu que l'aigu contient deux fois le graue, & qu'ils ont nommé la plus agreable proportion des sons, *diuision harmonique*, au lieu qu'elle est seulement Arithmetique, comme nous démonstrerons tres-clairement dans la trente-sixiesme Proposition du liure des Consonances: & consequemment l'on peut dire que la veritable raison des sons, ou de leurs interualles est inuerse de celle que tous les Musiciens ont suiui iusques à maintenant.

PROPOSITION II.

Expliquer les differentes vitesses des parties de chaque tour & retour des cordes qui seruent aux instrumens de Musique, & en quelle proportion ils se diminuent.

IL est certain que le premier retour d'une corde de Luth, de Viole, & des autres instrumens est plus grand que ceux qui suivent apres, autrement ils dureroient perpetuellement, & iamaïs la corde ne se reposeroit: par exemple la corde A Barrestée aux points A & B estant poussée, ou tirée depuis le point E iusques au point C, si on la laisse aller & qu'elle reuienne iusques au point D, c'est chose asseurée qu'elle ne retournera pas iusques en C, mais seulement iusques en F, c'est à dire à quelque point moins esloigné d'E que n'est C. Or i'ay souuent experimenté que si la ligne du premier tour C D est de 20 parties, que le premier retour D F n'est que de dix-neuf parties, quoy que i'aye aussi quelquefois obserué vne plus grande raison du premier tour au premier retour, par exemple la raison d'onze à douze, de sorte que le premier tour est sesquionziesme du premier retour, comme i'explique plus au long dans la dix-septiesme Proposition du premier liure des Instrumens, dans laquelle on void la table des diminutions de chaque tour & retour, depuis le premier iusques au dernier, dont i'ay encore mis vne autre table dans la trente-deuxiesme Proposition du second liure Latin des causes du Son. Mais auant que d'en parler icy plus amplement, il faut expliquer les differentes vitesses de chaque tour & retour. Surquoy ie dis premierement que la corde ne va iamaïs plus viste en aucun lieu de la ligne de ses periodes C D, que quand la main la laisse aller du point C où elle auoit esté tirée, d'autant qu'elle n'est iamaïs plus violentée: ce qu'il faut aussi dire des arcs qui seruent à tirer les fleches, car la corde A C D fait vn arc, encore qu'elle face l'angle A C D dans cette figure.

Secódemét ie dis qu'elle alentit tousiours son mouuement depuis C iusques à D, où il est si tardif que plusieurs croyent qu'elle s'y repose vn moment.

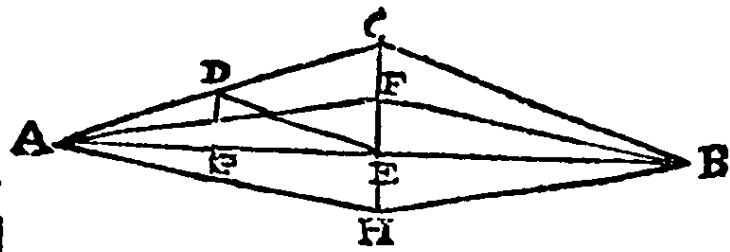
Des mouuemens & du son des chordes. 161

uant que de retorner à F, auquel elle se repose encore, de sorte qu'elle se repose autant de fois comme elle fait de tours, ou de retours: par exemple si elle en fait 2000, (qui est le nombre ordinaire de ceux que fait vne chorde de Luth touchée assez fort, comme ie monstrey ailleurs) elle se reposera deux mille fois, & consequemment la longueur du son qu'elle fait est interrompu deux mille fois, encore que l'oreille l'apperçoie comme s'il estoit continu.

En troisieme lieu, il est certain que le tour de la chorde depuis C iusques à D est naturel depuis C iusques à E, auquel elle retourne comme à son centre, ou à sa ligne de direction A E B; & que le reste d'E à D peut estre appelé violent, parce qu'il l'esloigne de son centre E, c'est pourquoy elle resiste tant qu'elle peut à cette violence qu'elle a receüe dez le commencement de l'impression qu'on luy a fait en la tirant iusques à C: de sorte que chaque tour ou retour de la chorde est composé de deux especes de mouuemens, quoy qu'on le puisse prendre pour vn seul, à raison que la violence de la traction, ou de l'impulsion d'E à C est cause de l'vn & de l'autre.

Or ie trouue icy trois difficultez fort considerables, à sçauoir si la chorde ne va pas tousiours plus viste depuis F iusques à E, puis que nous experimenterons que les corps pesans vont d'autant plus viste qu'ils approchent dauantage de leur centre, & que nous disons qu'E est le centre de la chorde, dont le point est considéré comme vne pierre qui tombe vers le centre de la terre E. La seconde difficulté consiste à sçauoir pourquoy la chorde ne s'arreste pas en E, puis qu'il semble qu'elle n'a nul autre dessein que de retourner à son centre, & neantmoins elle le quitte deux mille fois auant que de s'y reposer.

Et la troisieme appartient à la cause des retours, ou des reflexions de la chorde, car il est tres-difficile de sçauoir ce qui la contraint de reuenir de C en E; mais ces difficultez meritent des Propositions particulieres, c'est pourquoy ie m'arreste seulement icy à ce qui est contenu dans cette Proposition, & dis qu'il semble probable que la vitesse du point C qui retourne en D se diminue tousiours iusques en D, suiuant les differens espaces qu'il fait sur la ligne C D, c'est à dire que son mouuement est moins viste à proportion qu'il s'approche de D, comme il arriue aux missiles que l'on iette, qui vont deux fois plus viste dans la premiere partie de leur chemin qu'en la seconde, comme ie suppose maintenant: mais si l'on s'imagine que C descende en E en mesme proportion de vitesse que les pierres descendent au centre de la terre, c'est chose assurée que C va moins viste de C en F, & qu'il haste sa course de F en E, de sorte que si F E est triple de C F, le point C passe aussi viste de F en E, que de C en F, c'est à dire qu'il fait trois fois plus de chemin au second moment qu'au premier, & que les espaces qu'il parcourt sont en raison doublée des temps qu'il employe à les parcourir, & consequemment que les temps de sa course sont en raison souz doublée de ses espaces, comme i'ay monstté dans le discours de la cheute des corps pesans.



Or puis que le raisonnement tout seul n'est pas à mon aduis capable de résoudre cette difficulté, tant parce que l'on peut considerer le retour de C en E comme le jet violent d'une pierre, ou comme son mouuement naturel vers son centre, que parce qu'il tient quelque chose de l'vn & de l'autre, & que l'on ne sçait pas la proportion dont le mouuement des missiles se diminue, il

faut vser des mesmes experiences dont ie me suis serui pour trouuer le nombre des retours de chaque corde d'instrument, & au lieu que ie n'ay eu besoin que d'une corde de leton, & de boyau de cent pieds de Roy, il en faut prendre vne longue de mille pieds, & la bander tellement que la traction d'E en C soit de dix pieds, & qu'elle employe dix secondes minutes à chaque tour & retour, c'est à dire la dixiesme partie d'une minute, afin qu'ayant diuisé la ligne de retour C D en dix parties esgales, l'on ayt loisir de remarquer le temps qu'elle employe à faire chaque dixiesme partie, car si elle fait la premiere partie dans la premiere seconde, & les trois autres suiuanes dans la deuxiesme seconde, elle suiura la proportion des corps pesans qui descendent vers leur centre, & si elle passe deux fois plus viste la premiere partie que la seconde, &c. elle suiura la proportion du mouuement violent des missiles, &c. or la gallerie des Tuilleries est assez commode pour faire cette experience. L'on peut encore douter si la diminution de la vitesse qui se fait d'E en D suit la mesme proportion que celle de C en D, à raison que le mouuement E D est violent, puis qu'il esloigne la corde de son centre E, duquel elle s'approche par le mouuement C E, & si la partie E D du retour C E D dure dauantage que la partie C E.

L'experience & la raison me font conclure que le point C de la corde va tousiours en diminuant la vitesse depuis C iusques à D, car puis qu'elle ne reuient qu'à raison de la violence qui la tend, elle doit reuenir d'autant plus viste qu'elle est plus tenduë: ce que ie demonstre en cette maniere. Quand on la tire seulement iusques à F, ou à tel point que l'on veut entre F & E, elle est aussi long-temps à faire son tour, que quand on la tire iusques à C, ou au delà, ce qui ne peut arriuer qu'elle n'aille d'autant plus lentement qu'elle est moins tirée, & consequemment moins violentée: or cette violence est d'autant moindre que le point C s'approche dauantage d'E, dans lequel elle n'est plus violentée, d'où il s'ensuit qu'elle doit aller moins viste à proportion qu'elle s'auance vers E, auquel elle se reposeroit si l'air qui environne A C B ne la pouffoit encore vers D, ou si elle n'auoit pris vn trop grand branle pour reuenir à la ligne de direction.

D'où nous pouuons coniecturer la responce de la seconde partie de cette Proposition, à sçauoir que les retours se diminuent en mesme proportion que les violences, de sorte que si la violence de la corde A D C est moindre d'une dix-neufiesme partie, suiuant la table de la dix-septiesme Proposition du premier liure des Instrumens, le retour D F sera moindre & plus lent d'une dix-neufiesme partie que le tour C D, & ainsi consequemment des autres tours & retours, si leur diminution continuë selon la proportion geometrique. Mais les experiences sont si difficiles qu'à moins d'une corde de mille pieds on ne peut s'en asseurer; & l'on n'est iamais si certain des endroits où elle reuient à chaque tour, que l'on ne puisse douter si elle n'a point passé outre, & si elle a iustement terminé ses allées & ses venues aux points que l'on marque; de sorte qu'il est tousiours necessaire que la raison supplée quelque chose dans les experiences, qui seules ne peuuent seruir de principes pour les sciences, qui desirent vne parfaite iustesse, que les sens ne peuuent remarquer: par exemple l'on ne peut demonstrier par les sens qu'une corde d'EpINETTE soit deux, ou trois fois plus longue, plus grosse, ou plus tenduë qu'une autre, car s'il s'en faut seulement vne cent milliesme partie sur deux pieds, il

Des mouuemens & du son des chordes. 163

est impossible de le remarquer: c'est pourquoy si quelqu'un maintenoit que l'Octave n'est pas de deux à un, & que la plus longue chorde doit excéder la moindre de moitié, plus ou moins d'une cent milliesme partie, il seroit impossible de le conuaincre par l'experience de l'œil, de la main, ou de l'oreille.

C O R O L L A I R E.

L'on trouuera vne partie de ce que l'on pourroit icy desirer dans les Propositions qui suivent, & qui appartiennent encore au mouuement & au repos des chordes. I'adiouste seulement icy que l'on peut s'imaginer que la force, ou le ressort qui fait reuenir la chorde de C & de D en E estant diuerse, suivant qu'elle s'esloigne plus ou moins de son centre E, peut estre comparée a des poids differents, & que la force qui reste dans chaque retour de la chorde a tousiours mesme raison avec l'air qui reste à trauerser & à vaincre, que la force des tours precedens auoit avec les espaces d'air qu'ils ont trauerfé, ce que l'on peut demonstrier.

P R O P O S I T I O N I I I.

A sçauoir si les chordes & les autres missiles qui ont des retours se reposent aux points de leurs reflexions, & quelle est la cause de ces reflexions.

CETTE difficulté est l'une des plus grandes de la Physique, & ne peut ce semble estre resoluë, ou cogneuë par l'experience ny par la raison, d'autant que celuy qui nie le repos peut dire que les yeux se trompent à l'experience lors qu'une chorde tres-longue tenduë par les deux bouts, ou vne autre plus courte attachée par le bout d'en haut, & libre par le bout d'en bas, semblent se reposer, & dira qu'elles se meuuent quoy que tres-lentement: or il y a plusieurs mouuemens qui se rapportent à cettuy-cy, à sçauoir celuy des corps pesans que l'on iette perpendiculairement en haut, & qui semblent se reposer vn peu lors qu'ils sont arriuez à l'equilibre du mouuement violent, & du naturel, c'est à dire quand la force qu'ils ont de descendre se treuue esgale à la force qui les pousse en haut, car il ne peut y auoir de mouuement où il y a esgalité de resistance, & où l'un tire aussi fort d'un costé que d'autre.

L'on fait encore la mesme difficulté sur les bales que l'on iette contre les murailles, qui se doiuent aussi reposer au point de leur reflexion, suivant la pensée de ceux qui ne croient pas que deux mouuemens contraires puissent estre continus, & qui ne mettent qu'une contiguité entre les deux parties d'un mesme arbre, dont l'une est seiche, & l'autre verte, ou l'une est morte, & l'autre vit. Ie laisse mille choses qui font plusieurs tours & retours, comme les lames d'acier, & tout ce qui tient du ressort, afin de considerer les raisons d'une part & d'autre, dont l'une prouue qu'il n'y a point de repos aux points de reflexion, d'autant que si la chorde precedente se reposoit en D, elle deuiroit tousiours s'y reposer, ny ayant nulle cause apparente qui la repousse en E & en F. D'ailleurs si elle ne se repose point, il semble qu'elle doie tousiours aller plus viste en tous les endroits de la ligne CD, qu'en nul endroit de la ligne DF, c'est à dire qu'elle doit obseruer la mesme proportion en son mouuement total, que la pierre qui est iettée: ce qui n'arriue pas neantmoins, car

l'experience fait voir qu'un poids attaché à une corde, qui a la liberté d'aller çà & là, va beaucoup plus lentement quand il approche des points de ses reflexions, que lors qu'il s'en esloigne & qu'il passe par sa ligne de direction, comme ie monstrey ay apres.

Et si l'on attache une corde longue de mille pieds par les deux bouts, soit horizontale, ou perpendiculaire à l'horizon, & que l'on remarque la mesme difference des vitesses, & la grande tardiveté de ses mouuemens vers les points de reflexion, auxquels si elle se meut d'une infinie tardiveté, comme fait la pierre au commencement de sa cheute tant perpendiculaire qu'oblique à l'horizon, dont ie traiteray dans une autre Proposition, il semble que l'on ne se mesprendra pas en disant qu'elle se repose un moment, lequel se rencontre lors que la force qui l'a poussée, est en équilibre avec le ressort naturel qui la retire à son centre E. Car si la force qui la pousse, & l'agite perpetuellement d'un costé & d'autre, agissoit continuellement, son mouuement deuroit tousiours estre plus foible & plus lent à proportion qu'il approcheroit de son repos, & consequemment il seroit plus viste vers chaque point de sa reflexion precedente, que vers le centre E, où il paroist neantmoins plus viste qu'en nul point de la precedente reflexion, auquel il recommence un mouuement aussi distinct & nouveau, que si l'on retouchoit la corde.

Or supposé que ce point de reflexion soit un vray repos, & qu'il vienne de l'équilibre des deux forces susdites, il s'ensuit que la force qui retient la corde tant qu'elle peut dans ce point, est vaincue peu à peu, & que ladite corde va plus viste au point E, où toute la force estrangere est esteinte, qu'en nul autre endroit, & qu'incontinent apres cette plus grande vitesse, le mouuement commence à s'alentir iusques à ce qu'il arriue au point de l'équilibre, & de la reflexion: d'où il s'ensuit qu'il faut autrement parler du premier tour de la corde tirée en C, que du premier retour & des autres, & que d'autant que la force de la main qui la quitte en C, ne retarde nullement la pante & l'inclination qu'elle a de retourner à son centre E, elle se haste le plus qu'elle peut selon la violence que la tension, ou la traction luy a faite. Mais si la violence est esteinte dans tous les points de reflexion, & qu'il ne demeure plus que ladite pante, il faut dire la mesme chose de chaque retour que du premier tour: & si l'experience d'une corde assez longue arrestée par les deux bouts, monstre qu'elle aille plus lentement en la laschant au point C, que quand elle arriue à E, il faut conclure qu'elle imite le retour des corps pesans vers leur centre, dont nous auons parlé dans un autre lieu.

Mais puis que ie ne voy nulle raison assez forte pour demonstrier si elle se repose dans ses reflexions, ie viens à la seconde partie de la Proposition, qui consiste à la recherche de la cause de ces reflexions, car il est tres-certain que la corde reuiet plusieurs fois à son centre E, soit qu'elle se repose au point de la reflexion, ou qu'elle se meuue continuellement. Il est encore certain que la cause de cette reflexion est dans la corde, puis que l'air extérieur ne peut auoir cette force, attendu qu'il se repose luy-mesme, lors qu'on lasche la corde en C: or l'on sçait que les parties de la corde s'estendent, & ouurent peut-estre leurs pores, lors qu'on la tire en C, & que ces parties se retirent, & referment leurs pores quand elle reuiet en E, mais on ne sçait pas ce qui les contraint de se refermer, car si l'on dit que ce retour des parties se fait par la force de l'air interne qui s'est condensé à la traction, & qui retour-

Des mouuemens & du son des chordes: 165

ne à sa consistence naturelle, en forçant les parties de retourner à la leur, on trouue la mesme difficulté pour sçauoir ce qui contraint cet air interne à quitter sa condensation, & à se rarefier; & l'esprit ne peut demeurer content, s'il ne rencontre quelque ressort naturel dans la chorde qui agisse perpetuellement, soit que l'on admette vn mouuement perpetuel des atomes qui composent les parties, & qui se meuuent tousiours vers E, ou que l'on suppose telle autre espece de ressort que l'on voudra, dans lequel on trouuera la mesme difficulté, si l'on ne suppose qu'il a dans soy le principe du mouuement: & lors que l'on aura considéré tous les principes de chaque mouuement, & que l'on voudra sçauoir ce qui les determine plustost à vne sorte de mouuement qu'à plusieurs autres, on sera contraint d'auoir recours au premier Auteur independant, qui determine tous les principes comme il luy plaist, & à ce qui luy plaist.

Or ce qui semble de plus certain en cecy est que la chorde, l'arc, &c. que l'on coube est en vn perpetuel mouuement, qui s'oppose à la force contraire de la traction, & consequemment qu'il ne faut point chercher d'autre raison du retour que ce mouuement, qui se fait paroistre si tost que l'on oste l'empeschement, comme fait le mouuement de la pierre vers son centre, car l'on peut dire qu'elle se meut tousiours, puis qu'elle fait vne perpetuelle resistance, & impression à la main qui la tient: ce qui peut aysément s'appliquer à la chorde tirée en C, ou en tel autre point que l'on veut hors du point E.

PROPOSITION IV.

Expliquer pourquoy la chorde qui reuiert du lieu où on la tirée, passe plusieurs fois par de là son centre sans s'y arrester.

NOUS cherchons vne raison tres-obscure d'un effet tres-euident, à sçauoir pourquoy la chorde A B tirée, ou poussée iusques à C passe au delà de son centre E, puis qu'elle n'a nulle autre intention que de s'y arrester, semblable à la pierre qui tomberoit iusques à son centre, où elle deuroit ce sembler s'arrester sans passer outre, & sans aller deçà delà comme fait la chorde dont nous parlons, & que l'on ne s'imagineroit pas aysément de uoir passer outre son centre E, attendu que la vitesse dont elle quitte C, n'est instituée par la nature que pour luy faire reprendre sa situation droite A E B, si l'effet ne contraignoit de changer d'auis: car il n'y a guere d'apparence que la nature qui est si prudente, ou plustost qui suit si necessairement la conduite de son auteur, qui ne peut rien faire en vain, donne vne plus grande secousse à la chorde, que celle qui luy est necessaire pour la restituer dans son propre lieu; de sorte qu'il faut trouuer vne force estrangere qui la contraigne de passer outre, autrement l'on accusera la nature de la mesme imprudence que feroit paroistre vn homme, qui n'ayant autre dessein que de s'arrester à sa maison, iroit si brusquement, & si viste, qu'il ne pourroit s'y arrester sans passer beaucoup plus loin, & sans aller plusieurs fois deçà delà, & consequemment sans faire cent fois plus de chemin qu'il n'est necessaire.

Or il me semble que pour donner la raison de ce Phenomene, il faudroit cognoistre les differents jeux de l'air, & les differentes impressions qu'il fait sur la chorde qu'il repousse, car il peut luy adiouter vne nouvelle force en la

pressant, laquelle estant adioustée à celle qu'elle a de reuenir à son centre, la fait passer outre, comme l'air qui suiuroit la pierre descendante au centre, la pourroit faire passer au delà, car il est fort aysé d'auancer, & de haister ce qui court desia, par l'addition d'un nouveau mouuement, quoy que petit.

L'on peut encore dire que ce qui a vne fois commencé à se mouuoir de quelque mouuement que ce soit, se mouueroit eternellement, n'estoit la resistance de l'air, lequel empeschant tousiours vn peu la chorde à chaque retour, la contraint en fin de se reposer, & destruit tout son mouuement par l'addition de mille ou deux mille petits empeschemens, qui l'eussent entierement empeschée de se mouuoir dez le commencement, s'ils eussent esté tous ensemble. En effet la chorde retourneroit peut-estre aussi loin par dela E vers D, comme on la tirée vers C, si l'air ne l'empeschoit nullement, par exemple si elle se mouuoit dans le vuide.

Mais parce qu'elle se meut dans l'air, l'on peut s'imaginer qu'elle se meut aussi long-temps par ces tours & retours, comme il est necessaire pour faire autant de chemin qu'elle en feroit par l'impetuosité dont elle retourne, si cette impression la conduisoit tout droit d'un mesme costé, ou bien que si on la iettoit d'une aussi forte impression que celle qu'on luy fait en la poussant, ou en la tirant au point C. Il ne faut pourtant pas negliger la raison qui se prend de l'effort que fait chaque partie de la chorde pour reprendre sa place & sa situation, qui luy sert comme la pesanteur au poids, pour retourner à son centre E.

COROLLAIRE.

Si l'on remarque la diminution de chaque retour, l'on peut dire chaque empeschement de l'air, puis que c'est luy qui cause cette diminution : d'où l'on peut encore conclure plusieurs autres empeschemens qu'il apporte aux autres ressorts, & sçauoir combien il empesche plus ou moins les grandes machines que les moindres, & consequemment toutes les considerations des mouuemens de la chorde peuuent grandement seruir pour les Mechaniques.

PROPOSITION V.

Determiner la durée de chaque tour & retour de la chorde d'un Luth, ou d'un autre instrument; & combien elle fait de retours auant que de se reposer.

IL est certain que le plus grand retour de la chorde ne dure pas dauantage que le moindre, si l'on croit à l'experience que l'on en fait, car si elle employe vne seconde minute à faire son retour de C en D, elle employe aussi vne seconde minute à faire son retour de F en E, ou de tel autre point que l'on puisse prendre entre E & F iusques vers D, c'est à dire que si on la tiroit de douze pieds qu'elle reuiendroit aussi viste à son centre E, comme si on l'esloignoit seulement d'une ligne de son centre E: quoy que ie ne vueille pas icy determiner s'il ne s'en manque point si peu, que l'œil n'est pas capable de le remarquer: car puis que l'on ne peut demonstrier si la lumiere remplit sa sphere dans vn instant, ou dans vn temps si brief qu'il est imperceptible, & qu'il est peut-estre aussi difficile de demonstrier s'il y a quelque chose de stable au monde, attendu que l'on peut maintenir que tous les corps se meuuent, quoy

Des mouuemens & du son des chordes. 167

que leur mouuement soit trop petit pour estre sensible, ie suis bien esloigné de vouloir demonstrier ce que ie prouue par l'experience, qui sera suiue de tous ceux qui la feront, parce qu'il faut conuaincre l'entendement par la raison euidente pour le contraindre d'embrasser vne demonstration: ce que ie desire que l'on remarque vne fois pour toutes, afin que l'on ne croye pas que i'vse tousiours de la diction *demonstrier*, ou *demonstration* dans vn sens Mathématique; ce que ceux-là concluront aysément qui sçauent la difficulté qui se rencontre à demonstrier aucune chose dans la Physique, dans laquelle il est tres-difficile de poser d'autres maximes plus auantageuses que les experiences bien réglées & bien faites, qui montrent perpetuellement que chaque tour ou retour de la chorde renduë, & arrestée par les deux bouts, comme est celle d'une Viole, ou d'un autre instrument, dure autant l'un que l'autre; de sorte que la difference de la durée du moindre & du plus grand n'est pas sensible.

Or la raison fauorise cette experience, parce que la violence, ou l'impression que l'on fait à la chorde, est d'autant plus grande que la ligne de son retour est plus longue, c'est pourquoy elle va d'autant plus viste, que l'espace qu'elle fait est plus grand: par exemple si elle fait vn pied au premier retour, & vne ligne au centiesme, elle ira 144. fois plus viste au premier retour qu'au centiesme, où elle sera beaucoup moins violentée: & lors que la violence cessera elle se reposera.

Et s'il n'y a nul repos au point de reflexion, & que son mouuement entier soit produit par la premiere impression, il faut dire que le retour qu'elle fait de chaque point de sa reflexion vers son centre est tousiours violent, & qu'il n'est tout au plus qu'à moitié naturel, puis que c'est par le mesme mouuement que la chorde va iusques au centre, & par delà le centre. D'où l'on peut conclure que chaque costé de chaque tour & retour dure autant l'un que l'autre, & que la seule impression exterieure estant posée pour leur causé, que la chorde va tousiours plus viste vers chaque point precedent de sa reflexion, qu'en nul endroit de sa ligne suiuite de retour, comme i'ay desia remarqué: de sorte que si le son ne se fait qu'au centre, il faut aduoüer qu'il ne se fait pas par la plus grande vitesse du mouuement, mais nous parlerons apres de cette difficulté.

Quant au nombre des retours de chaque chorde, il est tres-grand auant qu'elle se repose, car il est certain qu'elle se meut tousiours tandis que l'on en oyt le son, & que le son des grosses chordes de Luth est apperceu de l'oreille durant la sixiesme partie, ou le tiers d'une minute, c'est à dire pendant que l'artere du poux d'un homme sain, & sans emotion bat dix, ou vingt fois: de sorte qu'il ne reste qu'à remarquer combien de fois la chorde bat l'air dans vne seconde minute, pour sçauoir combien elle le frappe auant que de se reposer, ou plustost auant que l'on ne l'apperçoie plus, car il n'y a nul doute que la chorde se meut encore long-temps apres que l'oreille en perd le son, & qu'il n'y a nul moyen de cognoistre le moment auquel la chorde commence à se reposer, ny par consequent le chemin qu'elle fait à son dernier retour, qui ne peut estre plus grand que $\frac{1}{100000000000}$ de ligne, encore que la chorde ne tremblast que cent trente-deux fois, lors qu'on l'esloigne seulement d'une ligne en la tirant hors de son centre, comme ie demonstre dans la dix-septiesme Proposition du premier liure des Instrumens: or il est certain qu'il n'y a nulle chorde renduë sur vn Luth qui ne face plus de cent trente-deux re-

PROPOSITION V.

Expliquer la maniere de nombrer tres-ayfément tous les tours & retours de chaque chorde de de Luth, de Viole, d'Epinette, &c. & determiner où finit la subtilité de l'œil & de l'oreille.

Je ne mets pas icy le Traité des Mechaniques fuiuant l'Aduertissement precedent, parce qu'il est plus long que ie ne croyois; c'est pourquoy ie le reserve pour vn liure particulier. Or ie viens à l'explication de cette cinquiesme Proposition: Il faut donc premierement determiner le son que l'on desire de la chorde, auant que de demander le nombre de ses retours, parce qu'elle en fait vn nombre d'autant plus grand dans vn mesme temps qu'elle a le son plus aigu. Je suppose donc que l'on vueille sçauoir le nombre des retours de la chorde d'une Epinette, ou d'un Luth, lors qu'elle est à l'unisson du ton de Chappelle, que l'on prend sur vn tuyau de quatre pieds ouuert, ou de deux pieds bouché faisant le *Gre sol*, sous lequel les voix les plus creuses, ou les plus basses de France peuuent seulement descendre d'une Quinte pour arriuer iusques au *C sol ut*.

Or chacun peut porter ce ton avec soy par le moyen d'une clef percée, ou d'un Flageolet, qui monte à l'Octaue, à la Quinziesme, ou à tel autre interualle que l'on voudra par dessus ledit *Gre sol*, parce qu'il suffit de se souuenir que ce son est plus haut que ledit ton de Chappelle d'un interualle donné, pour l'exprimer apres avec la voix, ou autrement.

Cecy estant posé, ie dis premierement que la chorde qui fait ledit ton de *Gre sol*, qui est quasi le plus bas que ma voix puisse descendre bat 168 fois l'air, c'est à dire qu'elle passe 168 fois par son centre, ou par sa ligne de direction dans le temps d'une seconde minute, ou qu'elle reuiert 84 fois vers celuy qui la pousse, ou qui la tire. En second lieu, qu'une chorde longue de dix-sept pieds & demi suffit pour en faire l'experience, d'autant qu'elle ne tremble pas trop viste, & qu'elle donne loisir de conter ses retours, comme l'on peut voir avec une chorde de Luth, ou de Viole de la grosseur de celles dont on fait les montans des Raquettes (que l'on fait de douze intestins de mouton) laquelle reuiert seulement deux fois dans le temps d'une seconde, lors qu'elle est tendue avec une demie liure, quatre fois estant tendue de deux liures, & huit fois estant tendue de huit liures: or si l'on fait sonner vne partie de la chorde qui n'ayt que dix pouces, quand elle est bandée avec quatre liures, elle monte à l'unisson du ton de Chappelle, & quand elle est bandée de huit liures, estant longue de vingt pouces elle monte au mesme ton, & finalement quand elle n'est tendue que par la force d'une demie liure, elle fait le mesme ton, en prenant seulement la longueur de cinq pouces.

D'où il faut conclure que les tremblemens sont en raison sous-doublée des poids, ou des forces qui bandent la chorde, & consequemment que les forces sont en raison doublée des battemens d'air, ou des tremblemens de la chorde: c'est pourquoy il ne suffit pas de bander vne chorde deux fois plus fort pour la faire mouuoir deux fois plus viste, mais il la faut tēdre quatre fois plus fort. Je laisse plusieurs autres conclusions que ie deduis dans la 16. Proposition du 1. liure, & dans la 7, 8, 12, 15, 16, 17, & 18. du troisieme liure des

instrumens à cordes, & viens à la seconde partie de cette Proposition, qui est beaucoup plus difficile que la premiere. Car les extremités & les commencemens des actions naturelles nous sont ordinairement incogneus, & la maniere dont elles se font surpasse l'esprit de l'homme; ce qu'il suffit de montrer dans le mouvement dont nous parlons icy, lequel est souvent trop viste, ou trop lent pour estre apperceu: or il est certain que l'oreille n'apperceoit pas plusieurs mouuemens que l'œil descouure, ce que l'on experimente au mouuement de la chorde de dix-sept pieds de long, dont l'oreille ne peut remarquer les tremblemens que l'œil void tres-bien, à raison qu'ils ne frappent pas l'air assez fort, ou assez souvent pour produire vn bruit sensible, ou qu'il n'est pas renfermé & reflechi par vn instrument, comme il arriue que le sens du toucher n'apperceoit pas plusieurs chaleurs auant la reflexion. Mais pour commencer par l'œil, ie dis qu'il n'apperceoit pas les mouuemens quand ils sont trop vistes, ou trop lents, & qu'il ne void pas les corps quand ils sont trop petits, ou trop peu illuminez, & que l'oreille n'entend pas les sons trop foibles, ou trop esloignez: & peut-estre que les corps peuuent estre tellement illuminez, & que les sons peuuent estre si vehemens, que ces deux sens n'apperceuront rien.

Quant aux mouuemens, l'oreille ne les peut sentir que par le moyen des sons, que l'œil ne peut apperceuoir qu'en remarquant les mouuemens. Et comme l'on ne peut iuger par l'œil si les mouuemens sont assez forts pour se faire sentir à l'ouye, de mesme l'ouye ne peut iuger si les mouuemens qui font du son sont assez grands, ou assez lents pour estre veus. Or si l'on prend vn Monochorde, ou les cordes d'une Epinette, l'on experimentera que l'œil est incapable de discerner le nombre des mouuemens des cordes qui sont au ton de Chappelle, & que l'imagination se trouble lors qu'il faut conter plus de dix retours dans vne seconde; de sorte que le nombre de naine borne sa plus grande capacité, comme l'on experimentera perpetuellement: mais si l'on prend les cordes qui montent vne Octaue, ou vne Quinziemesur ledit ton, l'œil ne pourra plus voir le mouuement de la chorde, & iugera qu'elle se repose, au lieu que l'oreille iugera qu'elle se meut. Ce n'est pas la trop grande vistesse du mouuement des cordes, qui empesche que l'œil ne l'apperceoie, puis qu'il void & remarque d'autres mouuemens cent fois plus vistes, par exemple ceux des fleches, & des autres missiles, comme ie diray apres: mais parce que chaque tour & retour est trop court, & qu'ils se suivent de trop pres pour estre remarquez: l'oreille au contraire ne peut remarquer les tours s'ils ne se suivent assez promptement: de là vient qu'elle n'entend point les huit retours que fait la chorde de dix-sept pieds & demi de long dans vne seconde, & qu'il faut qu'une chorde batte pour le moins vingt fois l'air dans vne seconde pour se faire entendre, & qu'elle ne le batte que quarante-deux fois pour faire voir son mouuement à l'œil, sans neantmoins qu'il puisse conter ses retours, iusques à ce qu'elle n'en face plus que dix.

Ie laisse la determination de la vitesse, & de la tardiueté des mouuemens qui ne peuuent estre apperceus, par exemple le mouuement des aiguilles d'Horologe, celui d'un tison allumé que l'on tourne en rond, celui des astres & de mille autres choses qui paroissent en diuers lieux, sans qu'on puisse remarquer le mouuement, par lequel elles ont changé de lieu, afin de ne m'esloigner pas de mon sujet, & de reseruer ces remarques pour vn autre lieu.

Des mouuemens & du son des chordes. 171

L'adiouste seulement que les pierres des moulins peuuent seruir pour sçauoir la derniere vîtesse qu'apperçoit l'œil, comme les aiguilles d'horologes pour trouuer la derniere tardiueté: & qu'il faut en quelque façon que la vîtesse des missiles responde à l'eloignement des mesmes corps, qui est si grand que l'on ne peut plus les apperceuoir, comme il arriue à celuy d'un pied cube que l'on ne peut voir d'une lieuë: il faudroit donc trouuer l'analogie des esloignemens aux vîteses, ou aux tardiuetez des mouuemens de toutes sortes de grandeurs: ce qui merite des speculations, & des experiences particulieres.

COROLLAIRE.

Il importe fort peu que les experiences du nombre des retours que j'ay mises dans la 17 & 18 Proposition du troisieme liure des Instrumens, ne respondent pas à celles de cette Proposition, comme lors que j'ay dit que les Basses de France descendent iusques au son de 48 battemens, dans la page 143, pour faire l'unisson avec un tuyau de quatre pieds ouuert, & que j'ay mis dans cette Proposition 84 tremblemens pour le mesme tuyau, c'est à dire quasi deux fois autant, parce que j'ay quelquefois pris l'Octaue en haut, & d'autre-fois en bas. Et puis ie n'ay pas proposé mes experiences afin qu'on les suiue pour regle, mais seulement afin que chacun prenne la peine de les faire, & qu'il aiuste son oreille, & tel tuyau d'Orgue, ou tel autre instrument qu'il voudra au nombre des tremblemens qu'il choisira: car il suffit que le mesme nombre de tremblemens face tousiours le mesme ton, sans que les differentes dispositions de l'oreille, de la voix, ou des instrumens y puissent preiudicier, comme j'ay aussi remarqué dans le sixiesme Corollaire de la 18. Proposition susdite: ce que ie desire que l'on remarque pour toutes les autres experiences, qu'il suffit qu'un chacun puisse verifier, ou rectifier suiuant la maniere que ie prescriis, ou selon telle autre methode qu'il iugera plus propre & plus aysee.

PROPOSITION VI.

Determiner à quel moment, & en quel lieu des tours & retours de la chorde le son est produit: & si le son est plus aigu au commencement des tremblemens qu'à la fin.

Ces deux difficultez sont tres-grandes tant parce qu'il est difficile de les assujettir à l'experience, que parce que les raisons semblent s'opposer aux experiences que l'on fait, comme nous verrons apres. Je dis donc premierement que le son ne se fait pas par le premier tour de C en E, ou du moins qu'il n'est pas sensible, car on ne l'entend point, si l'on met le doigt ou quelque autre chose au centre E pour empescher le premier passage de la chorde: il ne se fait pas aussi par le reste du premier tour d'E en D, car il y a mesme raison de l'un que de l'autre, & neantmoins la raison dicte, ce semble, que le son se doit plustost faire par ce premier tour, que par aucun autre tour, puis qu'il frappe l'air avec plus de vîtesse & de violence, attendu qu'il passe toute la ligne CD en mesme temps que chaque autre en passe une moindre. Or ie parle icy du son qui est determiné par un certain degré de graue, ou d'aigu, car l'on peut entendre quelque sifflement d'air dans le premier retour, particulièrement quand il y a quelques pores, ou inegalitez assez sensibles dans

la surface de la chorde. Mais quant au son qui constituë le ton de la chorde, il commence seulement à se faire au premier retour de D en E, qui rencontre l'air qui suiuoit C au premier tour, & le repousse avec violence de D en E; de sorte que l'air E se treuve en fermé entre l'air qui suiuoit de C en E, & entre celui qui est repoussé de D en E: de là vient que le son est d'autant plus aigu que la chorde bat plus souuent le centre E, & que ses degrez s'augmentent en mesme proportion que le nombre des retours: de maniere que si la chorde bat cent fois E, elle fait vn son qui a cent degrez d'aigu: & si elle le bat si peu souuent que l'air ayt loisir de fuir, ou de se restablir depuis le premier tour iusques au premier retour, elle ne fait nul son qui puisse estre entendu.

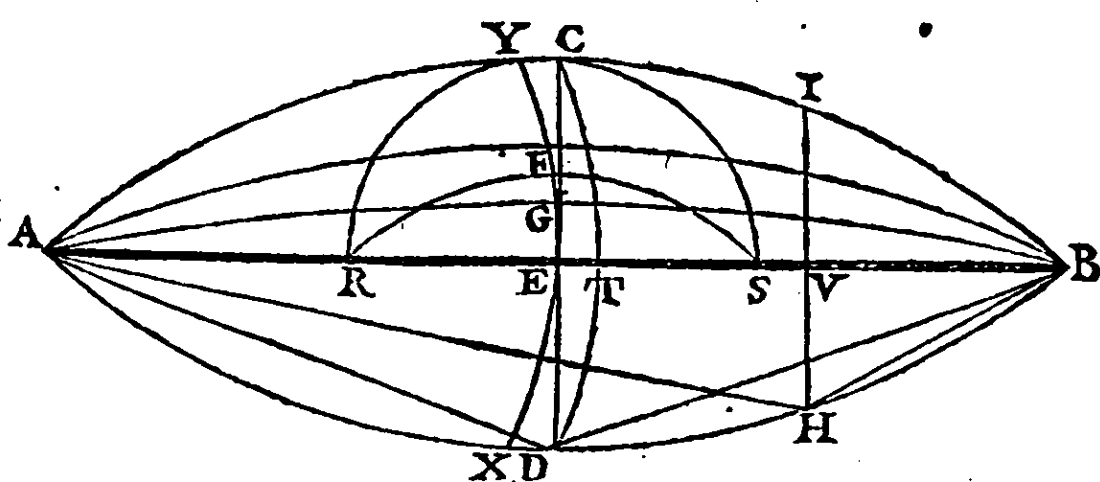
PROPOSITION VII.

Expliquer les differents centres, & les differentes forces de chaque retour des chordes.

IL est certain que chaque retour a son centre different, si l'on prend le centre de chaque arc qui se fait à chaque retour: par exemple, supposé que la chorde AB soit tirée iusques à C, & qu'elle retourne en D, & consequemment que le concaue de l'arc ACB se change au conuexe de l'arc ADB, comme il arriue en effet dans chaque tour & retour de la chorde, K fera le centre d'ACB, ou d'ADB qui luy est esgal, en transportant K de l'autre costé, à l'opposite. Mais l'arc du retour AFB a son centre en M, c'est à dire deux fois plus esloigné que K, de sorte que le centre est d'autant plus loin que le sommet du retour est plus pres du cētre de la ligne de direction E. Or bien que les retours ne s'esloignent iamais si fort que l'arc ACB, ou ADB s'esloigne d'E, neantmoins i'ay vſé de cette distance, afin qu'on la comprenne mieux: car encore que les chordes de Luth ayent trois, quatre, ou cinq pieds de long, on ne les esloigne pas plus d'une ligne hors de leur centre E quand on les touche; c'est pourquoy les centres de leurs arcs sont extremement esloignez d'E, d'autant que ces arcs different fort peu de la ligne de direction AEB: par exemple l'arc AGB a son centre au point Q. Semblablement E est le centre de l'arc RCS, donc RES est la chorde, & D est le centre de l'arc RFS. Mais si l'on prenoit le centre de cette chorde depuis les points de l'arrest, à sçauoir depuis A ou B, le point C, ou D n'auroit pas le mesme centre que le point E, comme l'on void au triangle ACD: d'où l'on peut conclure qu'E, & consequemment que tous les points de la chorde AEB, changent d'une infinité de centres, lors que la chorde se change de droite en courbe; par exemple le point E estant tiré en C ne depend plus du centre A, autrement il deuroit monter de D en C par l'arc DTC, ou par l'arc EFY en montant. Or chaque partie de la chorde s'estend, & consequemment s'affoiblit & se rend plus deliée à proportion que les arcs sont plus grands, & qu'ils ont leur centre plus proche: Et quand les chordes reuiennent à passer par leur ligne de direction, les parties estenduës se resserrent, & rendent la chorde plus grosse en la restituant au mesme estat dans lequel elle estoit deuant: & neantmoins l'impetuosité qu'elle s'imprime à chaque retour est si grande, qu'elle est contrainte de passer beaucoup plus auant que son centre E.

Quant à la force des chordes, il est certain qu'elle est d'autant moindre qu'elles s'esloignent moins d'E, & que leur centre est plus esloigné, comme il est aysé de voir dans cette figure, dans laquelle l'arc AFB a d'autant moins de

force que l'arc A C B, qu'il a moins d'air à pousser & à passer, & qu'il est moins violenté : or il est d'autant moins violenté qu'il est plus petit, puis que ses parties s'estendent moins : de sorte que l'on peut dire que l'arc



A C B pousseroit d'autant plus loin, & plus fort la fleche C D, que l'arc A F C la fleche F D, qu'il est plus grand : ce qui merite de nouvelles speculations, afin de trouuer les differentes forces d'un arc selon les differentes courbures, & les diuers centres qu'on luy donne en le ployant.

Surquoy ie trouue vne nouvelle difficulté, à sçauoir si la chorde R S estant mennee iusques en C pour faire l'arc R C S, pousseroit aussi loin ou plus la fleche C E, que l'arc A C B, car ils font tous deux vn mesme chemin de C à E, quoy que R C Saille deux fois plus viste, puis qu'il a le son deux fois plus aigu, à raison que la chorde R S est sousdouble de B A. L'autre difficulté consiste à sçauoir si la fleche estant en T seroit poussée aussi fort par le point I ou H, que par le point C ou D, attendu qu'une esgale force tire le point H & le point D de la chorde A D B, ou A E B, en D & en H, car si vne liure attachee au point E le tire iusques à D, elle tirera le point V iusques en H. Et neantmoins il n'y a pas d'apparence que le point H pousse la fleche H I aussi loin que le point D : à quoy l'on pourroit respōdre que le point H pousseroit la fleche plus obliquement que D, & que H va plus lentement à V que D à E, & conséquemment que D a du moins vne force impulsue d'autant plus grande que D E est plus long que H V.

Quant au moindre arc R C S, il seroit d'autant plus bandé que le plus grand A C B, qu'il est vn plus grand segment de son cercle : or la plus grande tension de R C S peut recompenser la grandeur d'A C B : quoy qu'il soit fort difficile de determiner de combien de deux arcs donnez de differents, quatre, ou mesme huit fois plus pesant, ne descend pas deux fois plus viste, quoy qu'il soit d'un esgal, ou d'un moindre volume : & neantmoins il semble qu'en matiere de mouuement violent celui qui est double, triple, &c. doit enuoyer le missile deux ou trois fois plus loin, quand toutes choses sont bien proportionnees. Mais i'en renuoye la recherche plus particuliere à la science des Mechaniques : i'adiouste seulement qu'il faut considerer en quel lieu la mesme force appliquee à la chorde A E B donne plus d'extension à ses parties : par

tes forces & grâdeurs, le moindre doit estre plus tendu que l'autre pour pousser vne fleche, ou autre chose aussi loin, ou plus & moins loin selon la raison donnee, car il y a tant de choses à considerer dans les instrumens qui poussent les missiles, & dans les differens empeschemens de l'air, que lors qu'on croit en auoir trouué la proportion, on est souuent contraint d'auoüer l'imperfection de nostre raisonnement, & les defauts des experiences : par exemple il ne s'ensuit pas qu'un arc double en force d'un autre enuoye la bale ou la fleche deux fois plus loin, si leurs forces suiuent celles des poids qui descendent naturellement, puis qu'il est certain que de 2 poids qui descendent celui qui est deux,

exemple la chorde ADB est plus longue que AHB, encore qu'elles soient esgalement tenduës, comme l'on prouue par le mesme poids, qui tire la chorde AB à tel lieu que l'on veut de l'arc ADHB, car toutes leurs parties doiuent ce semble estre esgalement violentees par vne mesme force appliquee à toutes sortes de lieux.

PROPOSITION VIII.

Determiner toutes les raisons qui sont entre la longueur des corps & leurs sons.

IL est certain qu'une chorde esgalement tenduë sur vn Luth, ou sur vn autre Instrument, fait vn son d'autant plus graue qu'elle est plus longue, & plus aigu qu'elle est plus courte, parce qu'elle a ses tours & retours plus tardifs, ou plus vistes; de sorte que si de deux chordes esgales, l'une est esgale au diametre, & l'autre au costé du quarré, l'on aura deux sons en mesme raison que les chordes, & par consequent ils seront incommensurables. Or cecy est tousiours veritable quelque longueur que l'on donne aux chordes, de sorte que si l'une est cent fois plus longue que l'autre, elle fera vn son cent fois plus graue; ce qu'il faut entendre de deux chordes esgales en grosseur, & en tension: & consequemmēt les sons des chordes ont mesme raison entr'eux que les longueurs desdites chordes. Mais si elles sont differentes en grosseur, & qu'on les considere comme des cylindres de mesme hauteur, dont les bases sont inegales, il est certain que la raison de leurs bases doiuent estre en raison doublee de leurs sons, car toutes les experiences monstrent que le diametre de la base de la chorde, qui fait l'Octaue en bas contre vne autre chorde d'esgale longueur & tension, est double du diametre de la base de cette chorde plus deliée. D'où il s'ensuit que la grosse chorde contient quatre fois la moindre, puis que les cylindres de mesme hauteur sont entr'eux comme leurs bases, car la base du plus gros est quadruple de celle du plus delié, parce que les bases sont en raison doublee de leurs diametres.

Or il faut premierement remarquer que l'esgale tension dont ie parle icy, se doit entendre d'une esgale force, qui bande l'une & l'autre chorde, afin que l'on ne confonde pas l'esgalité de la force avec l'esgalité de la violence que souffrent les chordes, parce qu'il est certain que la plus grosse chorde n'est pas si violentee par le poids d'une liure, comme la moindre, & que cette difficulté requiert vn discours particulier.

Secondement, que cette speculation peut seruir pour monter toutes sortes d'instrumens de chordes de mesme longueur, & de differente grosseur, par vne force esgale appliquee à chaque chorde: par exemple celle dont la base sera sexdecuple, ou le diametre quadruple, tenduë avec le poids d'une liure fera la Quinziesme, ou le Disdiapason en bas contre celle dont la base sera sous-sexdecuple, ou le diametre sous-quadruple. Ce qui est merueilleux, parce qu'il semble que la chorde double en grosseur deuroit faire l'Octaue en bas, comme fait la chorde double en longueur: & neantmoins il faut mettre quatre chordes ensemble, & n'en faire qu'une des quatre pour faire l'Octaue en bas, au lieu que si on les estendoit en long, elles feroient la double Octaue; de sorte qu'il faut recompenser le double espace qu'on gagne en redoublant la matiere: mais nous parlerons de cette difficulté dans vne autre Proposition, car il suffit de sçauoir en celle-cy qu'il faut doubler la raison de chaque interualle des sons

Des mouuemens & du son des chordes. 175

pour auoir les chordes qui les produisent, dont ie mets la pratique dans le troisieme liure des instrumens, Proposition septiesme.

En troisieme lieu, qu'outre l'experience des chordes de toute sorte de matiere, l'on trouue les mesmes raisons entre des morceaux de parchemin si deliez qu'on les peut prendre pour de simples surfaces, & pour des largeurs sans profondeur, car le morceau de parchemin quadruple en largeur, tendu par vn mesme poids que le sousquadruple de mesme hauteur, fait l'Octau en bas: or le morceau quadruple en largeur est seulement double en diametre, quand il est tordu en rond comme vne chorde. Si l'on estend les chordes de metal en large, la double en diametre se trouuera quadruple en largeur comme le parchemin: Et si l'on tord quatre chordes ensemble, elles feront l'Octau avec l'vne des quatre.

Or encore que ce discours soit veritable dans les chordes tenduës sur les instrumens, ou en telle autre maniere que l'on voudra, il ne s'ensuit pas que les autres corps cylindriques, ou d'autre figure ayēt la mesme raison avec les sons, que les chordes, comme plusieurs ont creu iusques à maintenant: ce que ie montre par les experiences tres-exactes que nous en auons faites plusieurs fois en la presence d'excellens Geometres & Musiciens, dont l'oreille est tres-sçauante & delicate: & si quelqu'un en doute, ie luy feray voir les mesmes experiences, qui meritent vne particuliere Proposition.

PROPOSITION IX.

A sçauoir si deux, ou plusieurs sons estant donnez, l'on peut trouuer les cylindres sonores qui produisent lesdits sons: ou si les cylindres estant donnez, on peut sçauoir leurs sons: où l'on verra plusieurs experiences merueilleuses.

AYANT fait tirer plusieurs cylindres de differentes grosseurs, & longueurs de mesme matiere par differens trous des filieres, & ayant premierement comparé les differens en longueur, & esgaux en grosseur, nous auons trouué que le quadruple en longueur ne faisoit que la Septiesme mineure, qui paroïssoit à plusieurs n'estre qu'un ton, sans qu'il y eust quasi moyen d'en rectifier l'imagination; à raison qu'un mesme cylindre fait deux ou trois sons differens en mesme temps, dont l'un s'entend mieux de loin que de prez, & l'autre s'entend mieux de prez que de loin, de sorte qu'il semble faire un autre son quand on l'approche de l'oreille, que lors qu'il en est esloigné.

Or les deux sons qu'ils font, sont le plus souuent differents d'une Quinte, ou de ses repliques, ou d'une Quarte, ou d'une Octau, & de ses repetitions, ce qui apporte de si grandes difficultez à ces experiences, qu'à moins que d'auoir un grand amour de la verité, il est tres-difficile de les verifier. Quoy qu'il en soit, ie mets icy les plus iustes qui se soient peu faire, ou imaginer, en laissant les diuers Phenomenes qui s'y rencontrent, à raison des differens sons que chaque corps fait en mesme temps, car i'ay tousiours creu qu'il faut particulièrement s'arrester aux sons dominants qui s'entendent mieux, & qui paroissent plus forts que les autres. Les deux cylindres de mesme grosseur, dont les longueurs sont comme quarante lignes à dix-sept, c'est à dire quasi comme de cinq à deux, font l'Octau: où il faut remarquer que ie mets leurs longueurs en lignes, dont 144. composent le pied de Roy, parce que ie m'en suis seruy, & qu'elles sont

tres-visitées en nostre France: or le diametre de ces deux cylindres ont deux lignes.

Deux autres cylindres, dont le diametre est d'une ligne & demie, sont en raison de 86 lignes à 37, quand ils font l'Octave, c'est à dire que leurs longueurs sont quasi de sept à trois. Où il faut remarquer que ie mets les longueurs, & les grosseurs de ces cylindres, afin que l'on ne s'imagine pas qu'il y ayt de l'erreur en mes experiences, encore que des cylindres d'autre grosseur ou longueur ayent, peut-estre, d'autres proportions pour faire l'Octave, puis que la premiere proportion de cinq à deux differente de cette seconde de sept à trois, montre desia quelque chose de semblable: de sorte qu'il y a de l'apparence que toutes les differentes longueurs & grosseurs gardent des raisons differentes en leurs grandeurs pour faire l'Octave, & les autres intervalles des sons; & que la raison de la longueur des plus gros cylindres approchent plus pres de celle des intervalles harmoniques, que ne fait la raison des plus deliez.

Or la derniere grosseur des deux cylindres estant conseruee sur la longueur de deux à un, ils font le Triton ensemble: ce qui arriue semblablement aux deux cylindres, dont l'un est double en longueur, & qui ont les diametres de leurs bases de deux lignes, & à plusieurs autres de differentes grosseurs: de sorte que c'est quasi ce que j'ay obserué de plus certain dans les differentes longueurs, à sçauoir que le double en longueur fait tousiours le Triton, ou la fausse Quinte en bas contre le sousdouble: ce qui est estrange, attendu que le double estant seulement allongé d'un pouce, c'est à dire d'un tiers du moindre, ou de la sixiesme partie du plus grand, le fait autant descendre que les trois autres pouces precedens; car estant esgaux en longueur ils font l'unisson; trois pouces adiouttez à l'un des deux le fait descendre au Triton, & un autre pouce estant adioutté le fait descendre à l'Octave, c'est à dire autant que les trois pieds precedents, ce que l'on n'eust iamais coniecturé par la seule raison; c'est pourquoy il s'y faut peu fier dans les choses naturelles, si elle n'est appuyee d'experiences. Surquoy il faut remarquer que le cylindre le plus long semble tres-souuent monter d'une Quarte plus haut que le moindre, encore qu'il soit d'une Quinte plus bas: ce qui est si difficile à discerner, qu'il ne seroit pas possible de se resoudre si la raison n'aydoit à l'oreille, comme l'on experimente sur nos cylindres de pure rosette, ou cuiure rouge tout pur.

D'où il arriue que le cylindre quadruple, quintuple, ou sextuple en longueur ne paroist pas descendre à l'Octave du sousquintuple, &c. encore que son ton soit beaucoup plus bas, à raison d'une grande multitude de sons qu'il fait en mesme temps, & qui se confondent ensemble, dont le plus graue est un gros *bombus*, ou bruit que l'on entend en l'approchant de l'oreille, lequel est souuent à l'Octave, ou aux repliques de l'Octave du son plus aigu qu'il fait: de sorte qu'en s'imaginant ce son plus aigu, l'on croit qu'il monte plus haut que les cylindres plus courts. Je laisse milles Phenomenes que les experiences font remarquer sur ce sujet, afin d'expliquer la raison des sons, & des differentes grosseurs des cylindres de mesme longueur, qui sont tous d'un demi pied: mais le diametre de la base du plus gros est de dix lignes, celui du second de cinq lignes, celui du troisieme est de 3½ lignes, celui du quatrieme de 2 & ½, & celui du cinquieme quasi de deux.

Or ie marque premierement les sons qui me parroissent, & puis ceux qui ont esté determinez par des Musiciens qui ont une bonne oreille. Le premier semble

Des mouuemens & du son des chordes. 177

descendre d'un ton plus bas que le second : & neantmoins on a determiné qu'il montoit plus haut d'une Septiesme mineure: ce qui n'est pas si estrange que l'on pourroit s'imaginer, parce que si l'on prend le son du second pour le plus graue, il est necessaire qu'au lieu de la Septiesme, qui s'entend en prenant le son du premier cylindre pour le plus graue, il paroisse un ton: de mesme qu'il seroit necessaire que quand l'un monte d'un ton, & qu'au lieu de prendre son ton naturel, on le prend à l'Octaue d'en bas, il est necessaire que la Neufiesme s'entende au lieu du ton, & au contraire: ce qui reuiert quasi à la differente maniere de considerer les segmens d'un cercle, ou leurs complemens.

Quant au troisieme cylindre il descend plus bas d'une Quarte que le second; quoy que quelques-uns iugent qu'il monte plus haut d'une Quinte, laquelle est tousiours entenduë au lieu de la Quarte, quand on prend le ton naturel trop bas d'une Octaue. Le quatrieme descend plus bas d'un ton que le troisieme: & si l'on prend son gros bruit pres de l'oreille, il descend d'une Quinte. Mais le cinquiesme monte une Quinte plus haut que le quatrieme, au lieu qu'il deuroit descendre plus bas, suiuant la raison des precedens.

Quant aux cylindres differens en grosseur & en longueur, il est tres-aysé de les proportionner tellement qu'ils feront tel son que l'on voudra, car si leurs longueurs & leurs grosseurs sont en mesme raison que les interualles des sons, ils les produiront: par exemple, si l'on desire l'Octaue, les deux cylindres dont l'un sera double de l'autre, tant en longueur qu'en hauteur, feront l'Octaue tres-iuste, comme enseigne l'experience, car ayant fait tirer deux cylindres, l'un d'un pied de long, & l'autre de demi pied, j'ay trouué qu'ils faisoient l'Octaue, lors que le diametre de la base du plus grand estoit double du diametre du moindre, quelque grosseur qu'ayent les cylindres.

Il faut dire la mesme chose de tous les autres interualles, de sorte que deux cylindres feront la Quinte, si le diametre de la base du plus gros est sesquialtere du diametre de la base du moindre, & si sa hauteur est semblablement sesquialtere de l'autre: & si l'on garde la raison des autres interualles, tant dans la longueur que dans la grosseur des cylindres, ou de toutes autres sortes de corps quarrés, triangulaires, &c. ils feront tousiours les sons que l'on desire.

COROLLAIRE.

Je ne parleray pas icy de la proportion des tuyaux d'Orgue, parce que j'en fais des discours particuliers dans le liure des Orgues; ny de tout ce qui appartient aux corps des instrumens à vent, d'autant que j'en fais un liure entier: de sorte qu'il suffit de remarquer quelques Phenomenes des cylindres dans la Proposition qui suit, apres auoir monstré que l'on ne peut rien establir de certain dans la Musique par la longueur des cylindres, comme il est aysé de conclure par toutes nos experiences.

PROPOSITION X.

Expliquer quelles longueurs & grosseurs doivent auoir les cylindres pour faire des sons, dont on puisse discerner le graue & l'aigu; & pourquoy ils ne suiuent pas la raison des chordes.

DE plusieurs cylindres de cuiure, il me semble que celuy qui a demi pied de hauteur, & dont le diametre de la base est de cinq lignes, sonne le mieux

de tous, & que le son en dure plus long-temps; de là vient qu'il imite celui des timbres. Mais celui d'un pouce & demi, ou de deux pouces ne fait plus aucun son, dont on puisse iuger. Où il faut remarquer que le cylindre de quatre pouces de hauteur, dont le diametre de la base est de dix lignes, fait encore un son dont on peut iuger, car il monte une Quinte plus haut que celui de demi pied; de sorte que les longueurs de ces deux cylindres suivent la raison des sons, quoy que nous n'ayons pas observé la mesme chose dans les plus deliez: ce qui montre qu'il ne faut pas se contenter de peu d'experiences pour establir une verité generale, & qu'il en faut faire plusieurs en toutes sortes de volumes.

Or bien que ce gros long de quatre pouces sonne assez bien pour en iuger, il ne s'ensuit pas que celui d'un pouce de long sousquadruple en grosseur du precedent puisse sonner, car le soussexdecuple en grosseur d'un pouce & demi de long ne fait plus de son dont on puisse iuger.

Et toutes nos experiences me font conclure qu'il faut du moins qu'il ait deux pouces pour faire un son distinct, pour mince & delié qu'il puisse estre: car s'il est fort gros, il ne sonnera pas: & quelque hauteur qu'il ayt, il ne sonnera pas si elle n'est du moins quadruple du diametre de sa base: de là vient que les cubes de metal ne sonnent pas mieux qu'une pierre de mesme figure.

Quant à l'incertitude des sons qui vient de la trop grande longueur des cylindres, elle commence à ceux qui ont demi pied de haut, & deux lignes en diametre, & suit en tous les autres plus deliez, d'autant qu'ils font de certains bruits tremblans & confus, dont il est tres-malayse de prendre le ton, qui commence seulement à estre assez distinct ez cylindres de demi pied de haut dont le diametre de la base est de quatre lignes.

Voyons maintenant pourquoy les cylindres ne suivent pas la raison des cordes, qui sont aussi des cylindres, surquoy il faut premierement remarquer qu'ils ne produisent pas leurs sons par les seuls battemens de l'air exterieur, comme font les cordes, mais par le tremblement de l'air interne qui est dans leurs pores, lequel est esbranlé par le fremissement de toutes les parties du cuivre, comme l'on apperçoit en touchant les cylindres, & les Cloches, qui font la mesme chose en sonnant: & parce que les parties fremissent differemment, & par consequent que l'air interne ne se meut pas uniformement en toutes les parties, il arriue que l'on entend plusieurs sons differens d'un mesme corps, suivant les endroits par où on le frappe, ou selon les fremissemens differens des diuerfes parties du corps qui resonance. De là vient que les cordes, & toutes autres sortes de corps font trois ou quatre sons differens en mesme temps, qui s'accordent ensemble, comme ie remarque dans le quatriesme liure des Instrumens à cordes, & ailleurs: ce qui est digne de tres-grande consideration, car il semble que l'harmonie des accords soit imprimee dans la nature de chaque chose, qui s'employe à louer son Auteur si tost qu'elle est touchée: car tous les corps sonores font ordinairement l'Octave, la Quinte, la Quarte, & les Tierces; ce qui paroist particulièrement dans les plus grands corps: par exemple, lors qu'on frappe la lame d'une espée de damas, ou quelque vase assez large fait en façon de lampe, dont les bords sont fort minces, ou que l'on touche doucement l'une des grosses cordes de la Viole avec l'archet, on entend toutes ces consonances en mesme temps, à raison que l'air interne de ces corps tremble dans une partie, cinq, quatre, trois & deux fois, tandis qu'il tremble seulement une fois dans les autres. Mais il est tres-malayse de sçavoir pourquoy le cylindre est plus que double

Des mouuemens & du son des chordes. 179

pour faire l'Octave, & pourquoy il ne suit pas les longueurs de la chorde, car bien qu'il ne soit pas tendu comme elle par vn poids, ou par quelqu'autre force estrangere, mais seulement par sa propre consistance, il ne s'ensuit pas qu'il ne doive estre double en longueur pour descendre à l'Octave. Et l'on ne peut dire que ce qu'il a plus que le double sert pour recompenser les deux bases du moindre, afin que sa surface soit double, parce que ce qu'il luy faut plus que le double a vne surface beaucoup plus grande que lesdites bases. Quoy qu'il en soit, il suffit d'auoir donné les veritables apparences de ces cylindres pour exciter les excellens esprits à la recherche des raisons.

COROLLAIRE I.

Ie n'ay peu rencontrer de certaines proportions entre les lames quarrées, ou parallelogrammes, & leurs sons : c'est pourquoy ie n'en parle pas dans la Proposition ; quoy que i'en aye fait fondre de differens estains, & que i'aye expérimenté celles de fer : i'ay neantmoins souuent remarqué que la plaque quarrée de fer, & d'estain fin estant octuple d'une autre descend quasi à l'Octave : ce qui arriue semblablement à la plaque sous-octuple en largeur, & d'esgale hauteur. Mais la double en hauteur d'esgale largeur ne descend que d'une Tierce majeure. L'on peut encore comparer ces plaques selon leurs differentes espaisseurs ; ce qui doit, ce semble, reuenir aux differentes espaisseurs des cylindres. Je laisse aussi la comparaison des cubes tant vuides que solides, parce qu'ils ne produisent pas des sons dont on puisse iuger, ou qui soient propres pour l'harmonie, comme i'ay expérimenté en des cubes plains & vuides d'estain de Cornuailles : quoy que si l'on faisoit des enclumes cubiques de differentes grandeurs, il y a de l'apparence que les coups des gros marteaux pourroient estre si grands qu'ils les feroient resonner : & que l'enclume octuple descendroit à l'Octave, puisque cette proportiō reüssit en tous les autres corps, tant plains que vuides.

COROLLAIRE II.

Puis que tous les corps qui font les interualles harmoniques sont en raison triplée de leurs simples raisons, & qu'à l'esgard desdits corps l'on peut dire que la raison de l'Octave est octuple de huit à vn, ou quadruple, à cause de leurs surfaces qui sont en raison doublée des termes de l'interualle harmonique, comme ie remarque dans la 10. Proposition du liure des Consonances, il est raisonnable de mettre icy vne table qui contienne toutes les raisons, afin qu'elle serue à ceux qui voudront faire des Regales de bois, ou d'autres instrumens de cylindres, ou de parallelepipedes, ou d'autre matiere, treuent toutes leurs consonances, & les autres interualles iustes : ce qui aydera à faire les clauebois, dont ie parle dans le troisieme liure des instrumens, Proposition 26. Ce qui n'empesche nullement que la vraye raison du Diapason ne soit tousiours de deux à vn, puis qu'il se fait toutes & quantesfois qu'un corps bat seulement l'air vne fois, tandis que l'autre le bat deux fois, soit que le corps qui le bat vne seule fois soit plus court, & plus mince, ou plus long & plus gros : & s'il ne se fait nul battement d'air, il ne se fera point de son : d'où l'on peut conclure plusieurs choses, que ie laisse maintenant, afin de donner la table qui suit, dont la premiere colonne contient les simples raisons des interualles harmoniques : qui mon-

strent la longueur des chordes d'esgale grosseur, ou le nombre des battemens. La seconde les raisons doubles pour auoir les surfaces, & la troisième les raisons triples, qui donnent la grandeur, & la pesanteur des corps.

Table Harmonique de la proportion des corps.

Costez.			Plans.		Solides.	
1	2	Octave.	1	4	1	8
2	3	Quinte.	4	9	8	27
3	4	Quarte.	9	16	27	64
4	5	Tierce majeure.	16	25	64	125
5	6	Tierce mineure.	25	36	125	216
8	9	Ton majeur.	64	81	512	729
9	10	Ton mineur.	81	100	729	1000
15	16	Demiton majeur.	222	256	3375	4096
24	25	Demiton mineur.	576	625	13824	15625

COROLLAIRE III.

Les nombres de la premiere colonne n'ont tous que l'vnité pour leur difference ; mais le binaire est la difference d'entre les differences des nombres de la seconde colonne : par exemple la difference d'un à quatre est trois, & cinq est celle de quatre à neuf, or la difference de trois à cinq est deux, & ainsi des autres. La difference des differences des nombres de la troisième colonne est 6 : par exemple, la difference de 1 à 8 est 7, & celle de 8 à 27 est 19, or il est la difference de 7 à 19. Semblablement de 27 à 64 il y a 37, lequel surpasse 19 de 18, lequel est plus grand de 6 que 12. Comme la difference de 64 à 125 est 61, qui surpasse la difference precedente 37 de 24, lequel est plus grand que 18 de 6. Je laisse milles autres considerations que l'on peut faire de ces nombres, parce qu'elles ne seruent pas à l'harmonie, quoy qu'elles ayent de grandes proprietes dans l'algebre, & ailleurs.

PROPOSITION XI.

Determiner la difference des sons que font les differens metaux, & les differentes especes de bois, & de pierres de mesme grandeur.

IL seroit trop difficile d'experimenter toutes les differentes especes des corps de toute la nature pour sçauoir en quoy different leurs tons, & leurs sons, c'est pourquoy ie parle seulement icy de ceux que j'ay experimentez, en commençant par les bois de sapin, sicomore, cormier, faule, charme, chesne, aulne, noyer, bois de la Chine, ebene, hestree, & prunier, auxquels chacun en pourra adjoûter tant d'autres qu'il vaudra.

Or le sapin monte plus haut que le sicomore d'une quarte diminuée, le merizier est plus haut que ledit sicomore d'une Tierce mineure, & le cormier plus bas de la mesme Tierce que le sicomore : le faule est à l'vnisson du merizier. Le charme est un ton plus haut que le sicomore, comme le chesne. L'aune est plus haut d'une Tierce majeure que le sicomore, sous lequel le noyer descend d'un ton.

Des mouuemens & du son des chordes. 181

ton. Le bois de la Chine est à l'unisson de l'Octaue, mais il a le son beaucoup plus clair, & plus resonant, de sorte qu'il est quasi semblable à celui de metal : l'ebene est à l'unisson du charme, comme sont le hestres & le poirier à celui du faule. Ce qui montre euidentement qu'il n'est pas possible de discerner les bois par leurs sons, car bien qu'il y puisse auoir quelques petites differences entre lesdits unissons, & que le son des vns soient plus ou moins clairs, mols, secs, &c. neantmoins l'oreille n'est pas capable de le remarquer suffisamment pour iuger de la difference des bois par leurs sons.

Où il faut premierement remarquer que ie me suis seruy de parallelepipedes de mesme longueur & grosseur, qui estoient tous bien secs : dont la longueur est de cinq pouces & sept lignes, & le costé d'un demi pouce : afin que l'on puisse voir si la mesme difference se rencontrera dans les mesmes bois moindres, ou plus grands. Secondement, que le sapin monte le plus haut de tous, c'est pourquoy l'on peut mieux comprendre la difference de leurs sons en les comparant tous au sien, ou à celui du bois de la Chine, qui fait quasi l'unisson avec luy, car il descend seulement d'une Diesse Enharmonique plus bas. Quant aux autres bois, ils descendent plus bas que le sapin en la maniere qui suit.

L'aune, le faule, & le merizier de demiton.

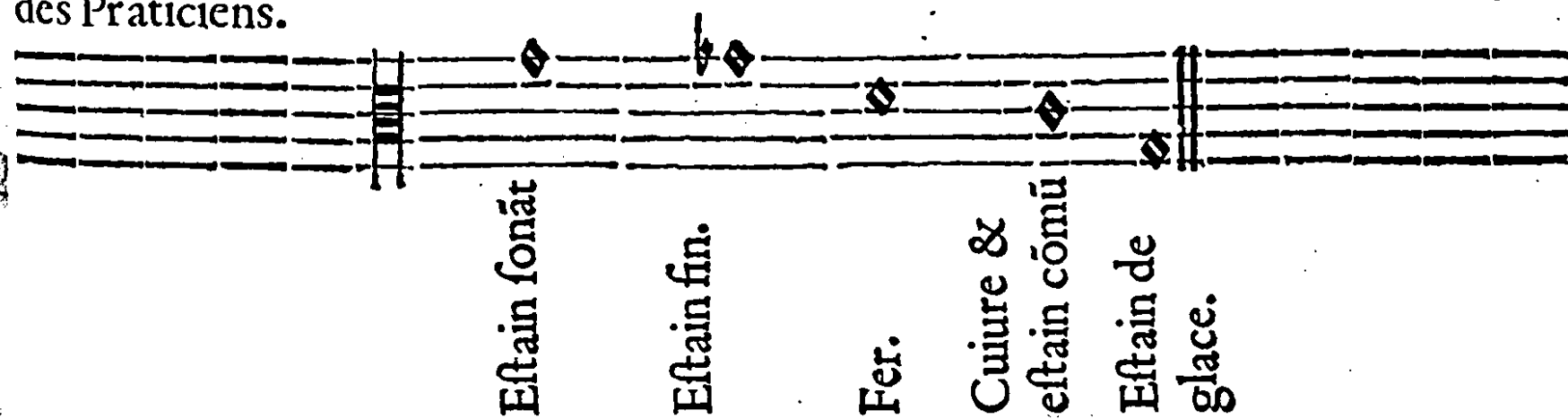
Le charme, l'ebene, le chesne, & le hestres d'une Tierce mineure.

Le sicomore, & l'erable, d'une Tierce maieure.

Le noyer d'une Quarte.

Le poirier & le cormier d'une Quinte.

Voyons maintenant les cylindres de differents metaux, que l'on comparera aisément avec tous les bois precedens, parce que le cylindre de cuiure franc de demi pied de hauteur, dont le diametre de la base est de cinq lignes, descend plus bas d'une Tierce maieure que le cylindre de sapin de mesme grandeur; mais le cylindre de fer monte plus haut d'un demi ton maieur que le sapin, & fait la quarte avec le cuiure. L'estain sonnante & le fin montent plus haut d'un ton que le fer, avec lequel l'estain commun fait l'unisson : le plomb ne fait aucun son dont on puisse iuger : or ie mets les sons de ces cylindres par notes en faueur des Praticiens.



Mais il faut remarquer que les sons des cylindres trompent souuent, à raison des differents corps dont on les frappe ce qui arriue, parce que le son du cylindre avec lequel on frappe, se mesle avec le son de celui qui est frappé, ou parce que l'on entend seulement le son de celui qui frappe : de sorte qu'il est à propos de les frapper avec quelqu'autre corps qui n'ayt point de son, par exemple avec le bout d'un cylindre haut d'un ou deux pouces, ou avec quelque corps dont le son ne puisse tromper.

Quant aux pierres, j'ay seulement essayé le marbre blanc & le noir reduit en des parallelepipedes de mesme grandeur, qui sont à l'unisson l'un de l'autre, ou peu s'en faut : la pierre de taille, dont on bastit ordinairement à Paris, descend

d'un ton plus bas. Il est aisé de comparer la pierre de lierre, & toutes les autres especes avec les precedentes, & avec les metaux, & consequemment avec les differentes especes de bois, en les faisant tous de mesme figure & grandeur.

COROLLAIRE I.

L'on peut voir dans la dix-neufiesme Proposition du troisieme liure des Instrumens, la difference qui s'est trouuee entre les sons des plaques des estains, qui y sont rapportez, & ceux des cylindres precedens: & semblablement entre les sons des Cloches de mesme metal, dont ie parle dans la quatorze & quinzieme Proposition du liure des Cloches: où l'on y trouuera plusieurs differences, qui feront voir que les Cloches de differents metaux reduites en cylindres n'ont pas le mesme son, & que la Cloche de plomb fait un son, quoy qu'il n'en fasse point quand il est cylindrique.

COROLLAIRE II.

Après auoir fait tremper le cylindre de fer, & d'acier d'une trempe tres-dure & tres-forte, ie n'ay peu remarquer aucune difference entre les sons des cylindres trempez, & de ceux qui ne l'estoient pas, quoy qu'ils fussent beaucoup plus doux, & plus mols; & le cylindre d'acier, qui deuoit ce semble monter plus haut, & faire un son plus aigu que le fer, s'est trouué quasi à l'unisson, & seulement plus bas d'un comma, ou d'une dièse que le fer.

D'où il faut conclure que les sons ne peuuent pas beaucoup seruir pour la cognoissance des differentes qualitez des corps, parce qu'ils ne se changent pas assez sensiblement pour les faire discerner, puis qu'une si grande dureté que celle de l'acier trempé si different du fer commun, ne donne rien de sensible à l'esgard de leurs sons, & que tant de bois de differente nature sont à l'unisson les uns des autres: c'est pourquoy au lieu de s'estonner de la rencontre de deux hommes, dont les tons de la voix soient si semblables qu'on ne les puisse discerner, il faut plustost admirer qu'il s'en rencontre si peu, & rapporter cette rareté avec sa cause fondee dans la differente configuration des organes, à la providence de Dieu, laquelle a voulu oster le sujet de plusieurs querelles, & autres fascheux accidens, qui pourroient naistre de la ressemblance de la voix, & de la parole: quoy que nous ayons l'œil, & les autres sens pour discerner les hommes, & les autres corps les uns d'avec les autres, par d'autres qualitez que par leurs Sons.

PROPOSITION XII.

Determiner la pesanteur de toutes les especes de bois, & des metaux qui ont seruy aux experiences precedentes.

ENCORE que ie sçache que les morceaux d'une mesme espece de bois, quoy qu'esgaulx en grandeur & en figure peuuent peser differemment, & que l'on rencontre du sapin, par exemple, que l'on dit estre aussi pesant que le bois de chesne, il n'est pas neantmoins hors de propos, ny inutile de mettre icy la pesanteur de tous les bois dont ie me suis serui dans les experiences precedentes, lesquels sont aussi secs comme l'on peut les desirer. Or ils ont tous

Des mouuemens & du son des chordes. 183

cinq poudes six lignes & demie de long fur demy poud de large, & font quarez : mais ie me fuis contenté de l'egalité que les Menuifiers leur ont peu donner, qui n'est pas fi grande que l'on pourroit defirer dans la Geometrie : quoy qu'il en foit ie les referue pour la fatisfaction de ceux qui voudront en voir l'experience.

Table de la pefanteur des bois parallelepipedes.

Saux, ou faule vn quart d'once, 43. grains & demy.
Sapin, trois gros 55. grains.
Sicomore, demie once, cinq grains & demy.
Erable, demie once, & 23. grains.
Noyer, demie once, & 33. grains.
Merifier, demie once & 32. grains & $\frac{1}{4}$.
Poirier, demie once, vn gros 5. grains.
Charme, demie once, 69. grains.
Chefne, demie once, 59. grains.
Cormier, vn quart d'once, vn gros 10. grains.
Hefre, demie once, 44. grains & demy.
Aulne, demie once, dix grains & $\frac{1}{4}$.
ois de la Chine, vne once $\frac{1}{4}$, 13. grains $\frac{1}{2}$.
bene, vne once, cinq gros, & dix grains.

Table de la pefanteur des cylindres de metal.

apin, vn quart d'once, vn grain $\frac{1}{2}$.
er, quatre onces moins 20. grains & demy.
ftain fin, quatre onces, & quatre grains.
lomb, cinq onces, cinq gros, deux grains $\frac{1}{4}$.
uiure franc, quatre onces $\frac{1}{2}$, & treize grains.
ftain de glace, cinq onces, vn gros, & 51. grain.
ftain commun, quatre onces, & 58. grains.
ftain fonant, quatre onces, 29. grains.

Quant aux cylindres de metal, nous auons trouué leurs pefanteurs, comme on les verra dans la table qui fuit.

Leur longueur est d'un demy pied, & le diametre de leur bafe est prez de 5. lignes. Or ie leur ay comparé le cylindre de fapin esgal en grandeur, par le moyen duquel on fçaura la raifon des pefanteurs de chaque efpece de nos bois reduits en cylindres égaux aux pefanteurs des cylindres de metal, comme l'on fçait la raifon de leurs fons, fi l'on entend les Propositions precedentes.

D'où l'on ne doit pas conclure la vraye raifon de la pefanteur de ces metaux, parce que les vns rempliffent mieux le moule ou le fable les vns

que les autres, & conféquemment ils font differens en groffeur, encore que l'œil ne l'apperçoie pas : par exemple le plomb est plus gros que le cuiure, parce qu'il fe fond mieux. Ioint que le cuiure a esté tiré par la filiere, le fer a esté battu, & les autres metaux ont esté fondus : d'où il arriue que leurs pefanteurs naturelles ne peuuent estre assez bien cogneuës & determinees : de forte qu'il faut auoir recours à l'eau, dans laquelle eftant pefez, apres les auoir pefez dans l'air, ils monftrent chacun leur iufte pefanteur, comme ie remarque ailleurs.

COROLLAIRE.

Les balances de Monsieur Petit Ingenieur, dont ie me fuis feruy pour pefer les corps precedens, font fi iuftes que la fixiefme partie d'un grain les fait aisément trebucher : de forte que ceux qui voudront faire des experiences pour les poids, y peuuent auoir recours, afin d'auoir tout ce qui fe peut defirer en ce fujet.

PROPOSITION XIII.

L'on peut ſçauoir la longueur des chordes, & la difference de leurs ſons, par la difference des poids ſuspendus auxdites chordes, & la difference des poids qui ſont ſuspendus aux chordes, par la difference des ſons, & par la longueur des chordes.

Cette Proposition peut ſeruir pour trouuer le poids, ſi l'on donne le ſon, & la longueur de la chorde, & pour trouuer le ſon, ou la longueur de la chorde, ſi l'on donne le poids; & conſequemment ſi l'on ſçait le ſon, ou le bruit du canon, du tonnerre, du vent, des tremblemens de terre, du tambour, du moucheron, des orgues, des cloches, &c. on ſçaura quel poids il faut pour faire vn autre ſon, ou vn autre bruit eſgal au ſon donné de toutes ſortes de corps par le moyen de la tension des chordes.

Semblablement ſi l'on donne le poids, on ſçaura combien le ſon eſt graue, ou aigu; & quel ſon peut eſtre fait par le poids d'un eſcu, d'un grain, d'un ciron, ou d'un poids, qui ſoit d'autant plus petit que le poids d'un ciron, que le poids d'un ciron eſt plus petit que le poids d'une liure, ou que celui de toute la terre; quoy que la difference des ſons, qui vient des poids inſenſibles, ne ſoit pas ſenſible, car ie parle icy de la raiſon, qui ſuit la verité des proportions: mais il faut touſiours ſuppoſer que le poids bande la chorde aſſez fort pour la faire ſonner.

Or cette Proposition a deux parties; mais parce que la ſeconde eſt la conuerſe de la premiere, vne meſme preuue ſeruir pour toutes les deux. Ie dy donc que la raiſon de chaque interualle de Muſique eſtant doublee donne le poids, par la peſanteur duquel la chorde eſtant tendue fait le ſon que l'on deſire: ce que j'explique par exemples.

Suppoſons que l'on vueille ſçauoir de quel poids on doit vſer pour faire monter vne chorde à l'Octau, il faut premierement cognoiſtre ſa tension, c'eſt à dire par quel poids elle eſt tendue, lors qu'elle fait le ſon, ſur lequel on regle les autres; poſons qu'elle faſſe l'*ut* de *C fa*, *ut*, ie dy que l'on cognoiſtra le poids neceſſaire pour la faire monter à l'Octau, ſi l'on ſçait le poids qui la met à l'*ut* de *C fa*, *ut*: car ſi l'on ſuppoſe que le poids ſoit de quatre liures, il faudra ſeize liures pour monter la meſme chorde à l'Octau, d'autant que la raiſon de l'Octau, qui eſt de deux à vn, eſtant doublee produit la raiſon *quadruple*: comme l'on voit en ces deux raiſons doubles, 2, 1, qu'il faut multiplier en cette maniere; deux fois deux font quatre (car pour multiplier vne raiſon, il faut multiplier les grands & les moindres termes par eux meſmes,) & vne fois vn c'eſt vn, or 2, font en raiſon doublee de 2, & conſequemment 4 & 1 font en raiſon quadruple: ce qui montre que le poids, qui met la chorde à l'Octau en bas, doit eſtre ſous-quadruple de l'autre poids.

L'on trouuera ſemblablement le poids qu'il faut adiouſter aux quatre liures, qui donnent le premier ſon à la chorde, pour faire la Quinte, la Quarte, le Ton, & les autres interualles, car ſi l'on multiplie la raiſon de la Quinte, qui eſt de trois à deux, l'on aura la raiſon double ſeſquiquarte, puis que trois fois trois font neuf, & deux fois deux font quatre. Or neuf & quatre font en raiſon double ſeſquiquarte, car neuf contient deux fois quatre, & 1 de quatre: par conſe-

Des mouuemens & du son des chordes. 185

quent si au lieu de quatrè liures on suspend vn nouueau poids à la chorde, qui soit en raison double sesquiquarte de quatre, elle fera la Quinte en haut.

Mais il faut vser de la regle de proportion pour trouuer ce poids, & pour ce sujet il faut trouuer les deux nombres radicaux de la raison double sesquiquarte, ou deux nombres qui contiennent cette raison; or neuf & quatre sont les nombres radicaux, quoy que l'on puisse vser de dix-huict, & huict, de trente-six & seize, & de tous les autres qui ont mesme raison. Secondemēt il faut disposer les termes en cette façon, si quatre donne le son proposé, qui soit cōme quatre, que donnera neuf, l'on trouue le son neuf. Or il n'estoit pas besoin d'vser icy de cette regle, parce que les nōbres de cette raison monstrēt le poids & le son.

Je prends donc six liures pour le premier son de la chorde, lesquelles seruirōt pour determiner les sons & les poids; si l'on veut donc sçauoir le poids double sesquiquarte de six, il faut dire, si quatre donne neuf, combien six donnera-il? on aura treize liures, & $\frac{1}{2}$, qui feront monter la chorde à la Quinte, car tous les poids ont relation au premier, & sont d'autant plus grands, ou plus petits, que le premier est plus pesant, ou plus leger; il faudra aussi vser de cette regle pour les autres sons, & les autres poids; or la table qui suit contient les poids qui font monter la chorde par tous les interualles harmoniques de l'Octaue, selon l'experience que j'en ay fait en presence de plusieurs; le poids de six liures en est le fondement, d'autant que ie m'en suis seruy; ce qui n'empesche pas que l'on ne prenne tel autre poids que l'on voudra pour marquer l'vnisson de la chorde, ou le premier son auquel les autres sont comparez.

Le premier nombre de la premiere colonne, à sçauoir six, montre le poids par lequel les chordes sont mises à l'vnisson; celui qui suit, à sçauoir vingt-quatre, signifie que le poids qui fait l'Octaue en haut, est quadruple de six: les autres nombres monstrent les poids qui font chaque interualle harmonique; & les nombres de la troisieme colonne signifient les raisons de chaque interualle; dont le nom se voit dans la seconde colonne.

I	II	III	Or encore que cette table commen-
6	Vnisson.	1. 1.	ce par les plus grands interualles, on la
24	Octaue.	2. 1.	peut commencer par les moindres, qui
13 $\frac{1}{2}$	Quinte.	3. 2.	font le <i>Comma</i> , la <i>Diese</i> , &c. en remon-
10 $\frac{2}{3}$	Quarte.	4. 3.	tant iusques à l'Octaue: Si l'on veut pas-
9 $\frac{3}{8}$	Tierce majeure.	5. 4.	ser iusques à la double Octaue, il faut
8 $\frac{6}{25}$	Tierce mineure.	6. 5.	fuiure les mesmes raisons: de sorte que
7 $\frac{5}{32}$	Ton majeur.	9. 8.	si vne chorde pouuoit supporter la pe-
7 $\frac{33}{81}$	Ton mineur.	10. 9.	santeur de la terre, l'on sçauroit l'inter-
6 $\frac{18}{225}$	Semiton majeur.	16. 15.	ualle & le son qu'elle feroit estant pen-
6 $\frac{29}{576}$	Semiton mineur.	25. 24.	duē à ladite chorde, car il faut seule-
6 $\frac{65}{15625}$	Diese.	128. 125.	ment multiplier tel interualle qu'on
6 $\frac{96}{6400}$	Comma.	81. 80.	voudra, iusques à ce qu'on paruienne à
			vn nombre esgal à celui des liures que

pese la terre, afin de cognoistre de combien d'Octaves, ou d'autres interualles elle feroit monter la chorde, qui n'a que le poids de six liures.

L'on pourroit semblablement cognoistre l'harmonie des sept Planettes, & de la terre suspenduës à huict chordes esgales en grosseur & en longueur, pourueu que l'on sçeuſt leur pesanteur, qu'on peut trouuer par leur grandeur,

en supposant que chaque partie des Planettes soit aussi pesante que chaque partie de la terre, comme croient quelques-vns de ceux qui en font des Systemes particuliers, & qui disent que si vne partie estoit separee des Planettes, elle y retourneroit comme à son centre; par exemple les parties du Soleil estant separees retourneroient au corps du Soleil, de mesme que les pierres qui sont esleuees de la terre retournent à la terre.

Je dis donc que la terre suspenduë à la chorde qui fait le premier son par le poids de six liures, ne feroit pas monter cette chorde iusques à quarante-deux Octaues, mais seulement iusques à quarante & vne, car il faudroit vn poids de 116056878683004400771792896 liures pour faire quarante-deux Octaues, & neantmoins la terre ne pese que 6592363442665287238,072000 liures, comme j'ay monstrey ailleurs: Or l'on prouue cecy par la progression Geometrique, qui commence par six, & qui garde la raison quadruple, dont il suffiroit de mettre icy les dix premiers termes qui peuuent seruir pour trouuer les autres iusques à l'infiny, comme j'ay monstrey au troisieme liure de la Verité des Sciences, chap. 2. Theoreme 6. Les premiers nombres de la table qui suit, monstrent le nombre des Octaues. Les seconds nombres signifient les poids, qui feroient monter la chorde aux Octaues, qui sont à costé des nombres.

Mais il faut tousiours supposer qu'il faille six liures pour mettre la chorde au premier son, auquel toutes les Octaues se rapportent.

	6
I	24
II	96
III	384
IV	1536
V	6144
VI	24576
VII	98304
VIII	393216
IX	1572864
X	6291476
XI	251658624
XII	100663296
XIII	402653184
XIV	1610612736
XV	644270944
XVI	25769803776
XVII	103079215104
XVIII	412316860416
XIX	1649267441664
XX	6597069766656
XXI	26388279066624
XXII	105553116266456
XXIII	422212465065984
XXIV	1688845860263436
XXV	6755344441055744
XXVI	27021597764222976
XXVII	108086391056891904

Cet exemple seruira pour tous les autres; dans lequel on voit le poids qui doit estre suspendu à la chorde pour faire la vingtiesme Octaue: car le nombre qui est à costé de vingt, donne 659706976656 liures pour le poids qu'il faut suspendre à la chorde pour faire vingt Octaues. Le poids de la terre se trouue entre le nombre qui respond à XLI, & celuy qui respond à XLII, car il est plus petit que celuy-cy, & plus grand que celuy-là.

XXVIII	432345564227567616
XXIX	1722382256910270464
XXX	6917529027641081856
XXXI	2767011611056427424
XXXII	110680464442257309696
XXXIII	4427218577690238784
XXXIV	1770887431076116955136
XXXV	7083544724304467820544
XXXVI	28334198897217871282176
XXXVII	113336795588871485128704
XXXVIII	453347182355485940514816
XXIX	1813388729421943792059264
XL	5253554917687775048237056
XLI	29014219670751100192948224
XLII	116056878683004400771792896

Il faut neantmoins remarquer que les experiences ne peuuent pas estre faites si iustement sur chordes qu'il n'y manque quelque chose, d'autant qu'elles s'alongent quand elles sont tendues avec vn plus grand poids; de là vient que le poids quadruple ne fait pas monter la chorde à l'Octauie iuste, si l'on n'y adiouste la seiziesme partie du poids quadruple; par exemple quatre onces sur quatre liures, & que le poids qui est en raison double sesquiquarte, ne la fait pas monter à la Quinte, si l'on n'y adiouste la dixneufiesme partie, par exemple au lieu de deux liures, & six onces, qui sont en raison double sesquiquarte d'une liure, il faut adiouster deux liures & huit onces, c'est à dire deux onces de plus, qui font la dixneufiesme partie de deux liures & six onces. Or ² surpasse ³⁰⁴ de parties.

L'on peut continuer la mesme progression iusques à ce que l'on ait trouué vn nombre qui responde au poids de la solidité du Firmament; si l'on veut sçauoir quel son, & quelle Octauie feroit la chorde, à laquelle le poids d'un tel Globe feroit suspendu, supposé que chaque pied cube du Globe pese cent liures, ou autant qu'il sera besoin.

Or encore que j'aye accommodé ce discours aux Octaues, l'on peut prendre les Quintes, les Quartes, la Diesse, la Comma, & tous les autres interualles, dont j'ay donné les poids & les raisons dans l'autre table, car il faut seulement continuer la raison double, sesquiquarte, *sur sept partiissante neuf*, ou les autres que j'ay marquees, pour trouuer les poids qui font la Quinte ou la Quarte, double, triple, & centuple, &c. iusques à l'infy, & les poids necessaires pour faire deux, trois, ou quatre Comma, ou Dieses, &c. par consequent on peut sçauoir combien le poids de la terre, ou quelque autre poids plus grand ou plus petit fera de Dieses, de Tons, &c. en bandant la chorde. Mais si l'on veut trouuer combien il faut diminuer le poids de six liures pour faire descendre la chorde d'une Octauie, ou de quelqu'autre interualle plus bas, il faut se seruir de la mesme progression par nombres rompus, qui signifieroient tousiours vne moindre partie de six liures, & consequemment vn moindre poids, car plus les nombres rompus sont augmentez, & plus ils diminuent le nombre entier qu'ils diuisent, comme j'ay monsté dans le liure de la Verité des Sciences, au second chapitre de l'Arithmetique Speculatiue, & dans le troisieme liure, chap. 2.

L'on sçaura le son que feroit la chorde tendue avec vne once, vne dragme, ou quelqu'autre petit poids, supposé neantmoins que ces petits poids la tendent assez fort pour la faire sonner; par consequent si l'on sçait le poids d'une mouche, ou d'un ciron, l'on dira quel son il feroit estant attaché à une chorde. Mais il n'est pas besoin de dresser une table de ces petits poids, car l'experience fait voir qu'une once, & mesme une liure n'est pas assez pesante pour faire sonner la chorde susdite tendue avec six liures..

Neantmoins si l'on proportionnoit la chorde au poids, & si l'on pouvoit trouver une chorde qui eust mesme raison avec la mouche, ou le ciron, qu'à la chorde, dont ie me suis seruy avec le poids de six liures, le ciron feroit un son, mais il faudroit qu'elle fust aussi deliée que les pieds d'une mouche, ou que ceux d'un ciron, dont il faudroit auoir l'ouye pour appercevoir des sons si foibles, car s'il a des oreilles, il peut ouyr le bruit qu'il fait en cheminant aussi clairement que nous oyons celui que nous faisons; & peut estre qu'il oit les consonances & les dissonances qui se font dans les pores du corps, quand le sang & les autres humeurs se meuvent, & s'alterent de moment en moment par un combat continuel, ou par le meslange ou les rencontres qui se font dans les parties du corps, où les petits animaux se trouuent.

Mais cette consideration est hors de nostre usage, encore qu'elle puisse seruir pour nous faire souuenir que Dieu a imprimé une lumiere dans nos entendemens, qui surpasse toutes sortes de sentimens & d'experiences, dont nous pouuons user pour proceder à l'infiny. Car si l'on peut dire la raison qu'il y a du pied d'un ciron avec le corps du mesme ciron, l'on sçaura quel son il feroit estant suspendu à une chorde aussi deliée que son pied; & qu'un poids moindre quatre fois que le poids d'un ciron suspendu à la mesme chorde feroit l'Octave en bas, comme le poids quadruple du ciron feroit l'Octave en haut.

Et l'on ne sçait pas s'il n'y a point encore d'autres animaux dans le ciron, qui soient aussi petits à son esgard, comme il est au nostre: ce qui doit empescher la precipitation du iugement de ceux qui croient que tout ce qu'ils ne voyent pas, ou ce qu'ils ne peuuent appercevoir n'est pas, ou ne peut estre. Je laisse mille autres choses que l'on peut proposer, afin de conclure ce discours, qui preuue qu'on peut sçauoir la longueur de la chorde par le poids, comme on voit aux deux tables precedentes; par exemple le poids de treize liures & estant donné, on sçait que la chorde mise à l'Unisson avec celle qui a six liures suspendues doit estre plus courte d'un tiers, c'est à dire que de deux chordes qui font l'Unisson, dont chacune a trois pieds de long, l'une doit estre racourcie d'un pied pour faire la Quinte en haut, laquelle elle feroit demeurant de mesme longueur que la premiere, si on la tendoit avec treize liures: il faut conclure la mesme chose des autres interualles.

Quant à la seconde table, elle monstrera la longueur de la chorde par le nombre des Octaves, car la chorde qui fait la premiere Octave doit estre plus courte de moitié que l'autre: C'est pourquoy vingt-quatre liures suspendues à la chorde font autant comme si on la diuisoit par la moitié. La double Octave se fait par la quatriesme partie de la chorde, la triple par la huitiesme, la quadruple par la seiziesme, & ainsi de suite iusques à l'infiny, en diuisant tousiours l'une des parties par la moitié: par exemple, puis que la quatriesme partie de la chorde fait la double Octave, la moitié de cette quatriesme partie, c'est à dire la seiziesme partie de la chorde fera la vingt-deuxiesme, ou la triple Octave; &

Des mouuemens & du son des chordes. 189

la moitié de $\frac{1}{6}$ ou de $\frac{1}{12}$ fera la quadruple, $\frac{1}{6}$ la quintuple, $\frac{1}{18}$ la sextuple, $\frac{1}{24}$ la septuple, $\frac{1}{36}$ l'octuple, &c.

ADVERTISSEMENT.

J'ay expliqué beaucoup de choses du mouuement, de la tension, & de la force des chordes depuis la seiziesme Proposition du premier liure des Instrumens iusques à la fin, depuis la sixiesme iusques à la vingtiesme du troisieme liure, & dans l'onzieme Prop. du quatrieme liure, qui pouuoient estre inserees en forme de Corollaires; par exemple la maniere dont les sourds peuuent accorder les instrumens à chordes, avec la tablature des sourds; & celle du nombre des tours & retours de leurs chordes, avec plusieurs autres Propositions que l'on trouuera dans lesdits liures, c'est pourquoy ie ne les repete pas icy.

COROLLAIRE.

Si l'on peut trouuer des Instrumens qui multiplient la force des sons en mesme proportion que les lunettes de longue veüe multiplient la grandeur des objets visibles, l'on oyra le son que font les cirons, & les autres petits animaux en cheminant, & mille autres sortes de petits bruits, qui se font iour & nuict dans tous les corps viuans, & dans nous mesmes, comme l'on voit les yeux & les pieds des cirons, le poil & les pieds des mittes, ou des vers du fromage, & les petits serpens ou vers qui sont dans le vin-aigre, par le moyen des petites lunettes, qui grossiroient encore dauantage les objets, si leurs verres auoient la figure Hyperbolique necessaire pour perfectionner la Dioptrique.

PROPOSITION XIV.

Determiner pourquoy il faut vn plus grand poids, ou vne plus grande force pour mettre la chorde double en longueur à l'vnisson, que pour y mettre la chorde double en grosseur: & si l'vnisson est vn certain tesmoignage de l'esgale tension de toutes sortes de chordes.

LE suppose l'experience qui montre que le poids quadruple met la chorde double en longueur à l'vnisson d'une chorde sous-double, & que le poids double met la double en grosseur au mesme vnisson: c'est à dire que quand quatre liures sont attachees au bout d'une chorde de deux pieds de long, elle fait le mesme son que la chorde d'un pied de long de mesme grosseur, au bout de laquelle on attache vne liure; & que celle d'un pied de long double en grosseur, à laquelle on attache le poids de deux liures, fait aussi le mesme son: d'où l'on peut conclure les sons que feront toutes sortes de poids comparez à toutes sortes de longueurs & de grosseurs des chordes, suiuant les raisons que nous auons expliqué ailleurs.

Or il faut vn poids quadruple pour mettre la chorde double en longueur à l'vnisson, parce que la chorde double en longueur a deux choses qu'il faut recompenser, à sçauoir la double longueur, & le double air qui est frappé. Or il faut vn poids double pour recompenser le double air, & puis vn poids double pour recompenser la double longueur, par consequent il faut vn poids quadruple pour la compensation de l'un & de l'autre.

Mais il n'y a que la grosseur de la corde qu'il faille recompenser en celle qui est seulement double en grosseur, c'est pourquoy il faut seulement doubler la force : par où il appert qu'il faut vne grande force pour surmonter l'extension ou la longueur par la tension ; or la corde double en grosseur n'a point d'autre extension que la sous-double, par consequent il ne faut point de force pour recompenser son extension par la tension ; & bien que l'on puisse dire que sa double grosseur a besoin d'un double poids, & que l'air qui l'environne, & qu'elle frappe, deuroit aussi estre surmonté par vn autre poids, neantmoins le concaue de l'air frappé par la corde double en longueur, est plus grand que le concaue de l'air frappé par la double en grosseur : car ces deux concaues d'air font des cylindres concaues, comme les cordes font cylindres solides, qui frappent la surface concaue de l'air avec leurs surfaces conuexes.

Or les bases, & les hauteurs des cylindres esgaux sont reciproques ; & les cylindres, dont les bases & les hauteurs sont reciproques, sont esgaux, par la quinzième Proposition du 12. par consequent le concaue de l'air frappé par la corde double en grosseur, n'est pas esgal au concaue de l'air frappé par la corde double en longueur, puis que le diametre du cylindre double en grosseur n'est pas double du diametre du cylindre double en longueur, car les surfaces des cylindres sont comme les diametres de leurs bases. Neantmoins il faut, ce semble, conclure que l'air frappé doit estre seulement considéré selon la longueur de l'axe, & non selon la grosseur du cylindre, ce qui se doit entendre lors qu'il n'est pas renfermé dans vn tuyau, & qu'il est libre, comme quand il est frappé par vne corde : mais ie parleray encoire de cette difficulté à la fin de cette Proposition ; c'est pourquoy ie viens à la seconde partie qui parle de l'esgale tension des cordes, dont ie traiteray par raisons, & par experiences. Il semble donc premierement que l'Vniffon nous donne seulement vne esgale tension, quand les cordes tenduës sont esgales en matiere, en longueur, & en grosseur, car si la corde est plus longue, ou plus grosse, elle doit estre tenduë plus fort que la plus courte, ou la plus deliée, pour faire l'Vniffon avec elle, ce qui arriue pareillement à la voix de l'homme, car la Basse se force dauantage pour chanter à l'vniffon du Superius, que pour chanter à l'vniffon d'une autre Basse.

Or l'experience fait voir que la corde double en longueur tirée par quatre forces, est beaucoup plus tenduë que la sous-double tirée par deux forces : car le milieu de celle-là est plus dur, & plie plus difficilement que le milieu de celle-cy, & neantmoins celui-là deuroit plier plus facilement, & estre plus mol, si la corde double en longueur auoit seulement vne esgale tension.

Quant à la corde double en grosseur, i'y trouue plus de difficulté, car l'experience ne fait pas voir si euidentement qu'elle soit esgallement ou inesgallement tenduë par deux forces, quand la sous-double en grosseur est tenduë par vne force, quoy qu'il faille, ce semble, conclure pour l'esgale tension, non seulement parce qu'elles sont à l'vniffon, mais parce que la double en grosseur resiste doublement à la force, de maniere que l'vniffon montre l'esgale tension, non seulement entre les cordes esgales en toutes choses, mais aussi entre les cordes inesgales en grosseur, pourueu qu'elles soient esgales en longueur.

J'ay experimenté que le milieu de la corde double en grosseur tenduë avec vn poids esgal, est beaucoup plus dur, & plus fort, & resiste dauantage que le milieu de la sous-double, & que pour les rendre d'une esgale resistance, il faut

Des mouuemens & du son des chordes: 191

à peu pres tendre la sous-double par deux forces, quand la double est tendue par vne force, car le mesme poids suspendu au milieu des deux, fait baisser ces deux milieux esgalement, ou peu s'en faut; & quand on suspend vn poids double à la double corde, il faut vn double poids pour la faire ployer autant que la sous-double: Enfin, lors qu'elles sont tendues par vn poids esgal, il faut vn poids sesquialtere pour faire ployer la double en grosseur autant que la sous-double; ce qui monstre euidentement que l'on ne doit pas iuger de l'esgalité de la tension par l'esgalité de la dureté de la corde, ny par la difficulté que l'on trouue à la faire ployer.

Quant à la resistance, ou dureté des chordes d'esgale grosseur, & doubles en longueur, j'ay experimenté qu'il faut vne double force pour ployer, ou faire baisser le milieu de la sous-double autant que le milieu de la double, quand elles sont tendues avec des poids esgaux, comme l'on voit sur le monochorde: car la corde double en longueur qui fait l'Octau en bas avec la sous-double, ploye esgalement sur le milieu avec vn poids sous-double.

Or ces deux chordes sont esgalement tendues avec vne mesme cheuille, par consequent il faut conclure que la raison de la molesse, ou de la dureté des chordes inegales en longueur, suit la raison inuerse de leurs longueurs: car la double en longueur est sous-double en dureté, & la sous-double en longueur est double en dureté, & en resistance. D'où l'on peut, ce semble, conclure que la corde double en longueur estant tendue avec vne double force, a mesme tension que la corde sous-double tendue avec vne force sous-double. J'ay dit, ce semble, d'autant qu'elle resiste esgalement par le milieu; mais il semble d'autre costé qu'elle n'ait pas vne esgale tension, d'autant que comme elle est deux fois plus longue, elle doit ceder deux fois plus facilement par le milieu, encore qu'elle ait vne esgale tension; ce que l'on peut confirmer par les chables, qui cedent & se courbent d'autant plus aisément par le milieu, qu'ils sont plus longs, encore qu'ils soient tendus aussi fort que les plus courts.

Il faut encore remarquer que quatre liures suspendues à la double en longueur, qui la mettent à l'Vnison avec la sous-double tendue par vne liure, la rendent si dure & si forte par le milieu, qu'il faut vne double force, ou vn poids double pour la faire autant ployer & descendre, comme l'on fait descendre le milieu de la sous-double: par où l'on peut trouuer les raisons, que les longueurs, les duretez, ou les resistances, les poids, & les sons ont les vns avec les autres: car la double en longueur tendue avec mesme poids, est sous-double en dureté, & rend vn son double en grauité du son de la corde sous-double.

Neantmoins il faut conclure que la corde double en longueur est esgalement tendue par vn mesme poids, car si l'on prend la corde d'un monochorde, & que l'on la diuise avec le cheualet par le milieu, elle ne reçoit nulle tension nouvelle, supposé que le cheualet ne la hausse point, & qu'il la touche seulement; Il faut donc que la moitié, & chaque partie de la corde soit esgalement tendue par vn mesme poids, d'abondant le mesme poids qui rompt la corde sous-double en longueur, rompt pareillement la double, quadruple, &c. ce qui tesmoigne que le mesme poids la tend esgalement, quelque longueur qu'elle puisse auoir. A quoy l'on peut adiouter qu'il faut vn poids quadruple pour mettre la corde double en longueur à l'Vnison, d'autant qu'il y a trois choses qui seruent esgalement pour produire le son, à sçauoir la grandeur du corps, son mouuement, & sa tension. Or la corde double en longueur a vn plus

grand mouvement que la sous-double, qui est quatre fois plus lasche, & moins tendue ; & puis la plus grande tension est opposée à la plus grande longueur, & au plus grand mouvement, car elle rend le son plus aigu, au lieu que la plus grande longueur & la plus grande agitation le rendent plus grave ; Il faut donc pour mettre ces deux cordes à l'Unisson, que la grandeur de la tension recompense la grandeur, & l'agitation de la corde : par conséquent il faut multiplier la grandeur de la corde par la grandeur de la tension, c'est à dire deux par deux, qui donne quatre, c'est à dire le poids quadruple, lequel est nécessaire pour mettre les cordes doubles en longueur à l'Unisson.

Il est facile de trouver les mêmes raisons des poids pour les autres cordes, car si la corde est triple en longueur il faut que le poids soit neuf fois plus grand pour la mettre à l'Unisson avec la sous-triple ; & si les cordes sont sesquialteres, ou sesquiquartés, &c. il faut que leurs poids ayent la raison de quatre à neuf, & de neuf à seize, c'est à dire double sesquiquarte, & sur sept partifante neuf, &c.

Or puis qu'il ne faut qu'un poids double pour mettre la corde double en grosseur à l'Unisson, & par conséquent qu'une double tension, la division, ou l'union des parties n'apporte nulle différence à l'aigu, ou à la gravité des sons, car deux, ou quatre cordes sous-doubles en grosseur, & égales en longueur feront toujours mises à l'Unisson par un poids double, ou quadruple, ou par un poids qui soit autant de fois multiplié comme les cordes, de manière qu'il faut toujours un poids égal, soit que l'on considère les cordes divisées, ou jointes & unies ; ce que l'on peut confirmer par des cordes de même matière, & de même longueur, mais de poids inégal : car bien que l'on ne cognoisse pas leurs grosseurs, on les sçaura en leur attachant des poids inégaux, selon la raison de ladite inégalité : par exemple, si l'une des cordes pèse trois grains, & l'autre deux, il faudra trois livres pour faire que celle qui pèse trois grains, soit à l'Unisson de celle qui pèse deux grains, quand elle est tendue par deux livres.

Quant à l'agitation des cordes doubles en grosseur, elle est fort peu différente, car l'air qui environne la surface de la corde double en grosseur, dans lequel le son est produit, n'est gueres plus grand que l'air qui environne la surface de la sous-double ; mais l'air qui environne la corde double en longueur, est double de celui qui environne la sous-double : Neantmoins ie trouve par expérience qu'il faut que le poids soit un peu plus que quadruple, pour mettre la corde double en longueur à l'Unisson, comme j'ay dit dans la treizième Proposition.

Car supposé que la sous-double en longueur soit tendue par une livre de seize onces, il faut quatre livres pour mettre la double en longueur à l'Unisson, & outre cela quatre onces, qui font le quart de la livre, ou $\frac{1}{4}$ de quatre livres : & si la corde tendue par une livre est haussée jusques à la Quinte, il faut deux livres & six onces, au lieu qu'il ne faudroit que deux livres $\frac{1}{2}$, qui sont en raison double sesquiquarte avec une livre : de manière qu'il faut augmenter le poids de deux onces, qui font $\frac{1}{4}$ de livre.

D'où l'on peut conclure quel poids est nécessaire pour mettre toutes sortes de cordes, de quelque grosseur ou longueur qu'elles puissent estre, à l'Unisson de quelque autre corde, dont l'on cognoistra la quantité, mais j'ay déjà expliqué plusieurs choses dans les Propositions précédentes qui satisfont à

cette

Dés mouuemens & du son des chordes. 193

cette difficulté; & l'on trouuera plusieurs autres remarques dans la premiere Proposition pour l'esgale tension des chordes, sans qu'il soit besoin de les repeter icy.

PROPOSITION XV.

Determiner quelle est la force des chordes, & des autres cylindres paralleles à l'Horizon. quelle raison il y a de leurs longueurs à leurs forces, & quelle est la difference de leurs forces considerees selon les dispositions differentes que les cylindres ou les parallelepipedes peuuent recevoir.

L faut premierement remarquer que la chorde perpendiculaire porte plus pesant, que quand elle est parallele à l'Horizon: car la chorde de cuiure, qui porte neuf liures penduës à l'une de ses extremittez auant qu'elle rompe, n'en porte que six au milieu, quand elle est tenduë horizontalement: c'est à dire qu'estant parallele à l'Horison, elle porte vn poids sous-sesquialtere du poids qu'elle porte estant perpendiculaire, ou tenduë de haut en bas: ceux qui prendront la peine de faire d'autres experiences, verront s'il en arriuera autrement, & si les chordes porteront quelquefois autant, ou plus estant horizontales, que quand elles sont perpendiculaires.

Or il est tres-difficile de trouuer la force des chordes & des autres cylindres de bois, ou d'autre matiere, lors qu'on les estend horizontalement, particulierement quand on tire les cylindres de bois par les deux extremittez: car quant aux chordes, la mesme force qui les rompt en les tirant de haut en bas, ou de bas en haut, les rompt aussi en les tirant horizontalement, soit que l'on les tire par vn seul bout, ou par les deux extremittez.

Or bien qu'il semble que l'on aye plus de peine à rompre vne chorde courte, qu'une longue, cela arriue peut estre seulement, parce que l'on n'applique pas vne esgale force à la longue, ou que l'on luy donne vn plus grand bransle ou mouuement. Mais quant aux cylindres, ou parallelepipedes de bois, il est difficile de determiner quelle force il faut pour les rompre.

Or ie considere trois ou quatre sortes de dispositions aux colonnes ou bastons; en premier lieu, lors que l'on les tire par les deux extremittez, ou que l'on suspend vn poids à l'un des bouts, l'autre bout estant attaché en haut. Secondement, quand l'on attache vn poids au milieu, le baston estant parallele à l'Horizon, & soustenu par les deux bouts. Troisiësmement, lors qu'il est planté sur la terre, ou sur quelque pilastre, comme sont ordinairement les colonnes. Quatriësmement, l'on peut considerer que ces cylindres estendus horizontalement peuuent estre rompus par vn poids qui n'a point de mouuement, mais seulement sa pesanteur, & que l'on attache tout doucement au milieu, ou par vn poids qui tombe de haut à plomb sur le milieu de la chorde, ou du cylindre, & qui represente vn coup de marteau dont l'on frapperoit sur ledit milieu.

L'experience fait voir qu'une demie liure qui tombe d'un pied & demy de haut sur la chorde de laton, qui est rompuë par six liures suspenduës au milieu, fait autant que les six liures, car elle rompt la mesme chorde: mais elle ne la peut rompre si elle tombe seulement d'un pied de haut: elle rompt semblablement la chorde qui rompt avec neuf liures, quand elle est perpendiculaire, & cette mesme chorde est rompuë par vne liure qui tombe d'un demy pied de haut, laquelle par consequent a la mesme force qu'une demie liure qui tombe

de trois fois plus haut. L'on peut encore experimenter si demie liure, qui tombe de deux fois aussi haut, fait autant d'effet qu'une liure ou si une liure qui tombe de demy pied, ou de trois poudes de haut, peut rompre autant comme neuf liures, ce qui est quelquefois arriué dans les experiences que i'en ay faites. D'abondant il faut experimenter si une liure, qui par exemple, a la force de dix liures, quand elle tombe d'un demy pied de haut, a la force de cent liures quand elle tombe de cinq poudes de haut, si la force augmente tousiours suiuant la raison des hauteurs dont elle tombe, & s'il faut abbaissier le moindre poids, suiuant la raison de sa diminution, par exemple, si l'on prend la seiziesme partie d'une liure, c'est à dire une once, à sçauoir si elle aura une esgale force pour rompre en tombant de huit poudes de haut, ce que rompt la liure qui tombe d'un demy pied de haut.

Il faut aussi considerer si le poids qui rompt la chorde sans mouuement, fait autant de mal porté sur la teste ou sur quelqu'autre partie du corps, ou fait un pareil effet sur un coin de fer mis sur une fente de bois, ou sur un pieu mis sur la terre, ou sur quelqu'autre matiere, dans laquelle il entre, comme fait le poids qui est beaucoup moindre, mais qui a la mesme force, à raison de son mouuement ioint à sa pesanteur, l'experience fait voir le contraire : car dix liures mises sur la teste, ne font pas tant de mal ny tant d'effet comme une liure qui tombe de la hauteur d'un pied, ou d'un demy pied, ou mesme de deux ou trois poudes sur la teste.

Il faudroit encore experimenter si quatre onces, qui tombent de quatre poudes & demy de haut, font autant d'effet comme huit onces qui tombent de deux ou trois poudes de haut : car supposé que huit onces, qui tombent d'un pied & demy de haut, rompent la chorde qui se rompt par une liure qui tombe de demy pied de haut ; il faudroit, si l'on garde la mesme raison, que quatre onces tombassent de trois fois aussi haut que huit onces, à sçauoir de quatre poudes & demy, pour faire le mesme effet, & que deux onces tombassent de trois fois aussi haut, c'est à dire de treize poudes & demy, & une once de quatre poudes & demy de haut, &c.

Mais auant que de rechercher la raison de cette progression, il faut voir si la mesme chose arriue aux cylindres, & aux parallelepipedes de bois, qui doiuent porter des fardeaux d'autant plus grands qu'ils sont plus courts, quand ils sont disposez horizontalement, ce qui n'arriue pas aux chordes de cuiure, ou d'autre matiere, car le mesme poids estant attaché & suspendu par le milieu, ou tombant de mesme hauteur sur le milieu de la chorde, ou la tirant par son extremité lors qu'elle est perpendiculaire, la rompt tousiours aussi bien quand elle est courte que quand elle est longue, & iamais elle ne se rompt par le milieu, mais tousiours par une de ses extremitéz.

Quant aux parallelepipedes, ou morceaux de bois quarré, ils ne rompent pas si facilement que les chordes, quand ils sont plus courts, quoy qu'il soit difficile de trouuer quelle raison il y a de leurs differentes longueurs avec leurs forces ou leurs resistances : car i'en ay rencontré qui rompent aussi facilement estant sous-doubles, que quand ils sont doubles, ou quadruples : ce qui vient peut estre du defect de la matiere. Il semble neantmoins que leur resistance doit garder la raison inuerse de leurs longueurs, c'est à dire qu'il faut autant augmenter le poids, ou la force, comme l'on diminue la longueur : de sorte que si le baston long d'un pied porte huit liures, il doit porter seize liures estant

Des mouuemens & du son des chordes. 195

long de demy pied ; trente-deux estant long de trois pouces ; soixante-quatre liures estant long d'un ponce & demy, & ainsi consequemment.

Or ie parle icy du bois qui est à droit-fil ; l'on peut experimenter la mesme chose sur le bois disposé en biais, ou à contre-fil, afin de remarquer s'il garde les mesmes raisons, & de combien il est plus foible en ce sens, que quand il est à droit-fil.

Quant aux bastons, ou cylindres qui sont debout, c'est à dire qui sont esleuez perpendiculairement, comme les colonnes, il faudroit les charger de telle maniere que le centre de grauité du fardeau portast sur le milieu du bout du baston, ou de la colonne, mais l'on croit que le baston ne rompra iamais, & qu'il se froissera plustost, si ce n'est qu'il r'entre en soy-mesme par penetration, ce qui ne se peut faire naturellement. L'on peut pour le moins remarquer combien le baston, ou la colonne, qui n'est pas de droit-fil, c'est à dire qui n'a pas ses fibres disposees en long, se froisse plustost & plus facilement que quand elle est de droit-fil, ce que l'on ne peut experimenter sur les chordes, d'autant qu'elles n'ont pas assez de force, ou de corps pour resister, quand elles sont perpendiculaires.

Mais ie reuiens à la force des chordes, & des poids qui les rompent, la chorde de cuiure, qui porte neuf liures, estant tenduë de haut en bas, & qui porte six ou sept liures estant tenduë horizontalement & ayant la dixiesme partie d'une ligne en son diametre ou enuiron, est rompuë par vne liure qui tombe dessus de demy pied de haut, & par vne demie liure qui tombe d'un pied & demy de haut, & d'un quart de liure, qui tombe de quatre pieds & demy de haut : par consequent la raison des poids ne suit pas la raison des hauteurs : car il faudroit que demie liure, qui tombe d'un pied de haut, fist le mesme effet que la liure qui tombe d'un demy pied de haut. Il faudroit voir quel poids peut rompre la chorde en tombant d'un pied de haut, supposé que la liure la rompe en tombant d'un demy pied de haut, & la demie liure d'un pied & demy de haut : & determiner quel poids rompt la chorde deux fois aussi grosse en tombant d'un demy pied, ou d'un pied de haut, & pourquoy la chorde tenduë parallele à l'Horison, ne porte que six ou sept liures, puis qu'elle porte huit ou neuf liures, quand elle est tenduë de haut en bas, & qu'une liure qui tombe de mesme hauteur les rompt esgalement : de maniere que la force de la chorde tenduë perpendiculairement est sesquialtere de la force de la mesme chorde tenduë horizontalement, au milieu de laquelle l'on attache le poids, quoy que la force des chordes soit esgale, quand l'on considere le poids qui les rompt en tombant de haut.

Quant aux colonnes que l'on assied perpendiculairement, il est fort difficile de trouuer des poids assez grands pour les charger, iusques à ce qu'elles se froissent & s'escrasent, & de faire que le centre de grauité des poids soit mis à plomb sur le milieu du bout de la colonne, à quoy l'on peut neantmoins remedier avec des presses de fer, comme sont les estaux des Serruriers, car les petits cylindres ou morceaux de bois estant mis entre les deux bras, ou mors de l'estau, l'on peut tourner la manuelle en les pressant iusques à ce qu'ils soient froissez, aplatis, & rompus.

Mais il est tres-difficile de faire vn cylindre ou parallelepiede de bois qui soit d'une esgale force en toutes ses parties, car bien qu'il soit d'un mesme fil, neantmoins le bout qui aura esté plus près de la racine de l'arbre, sera plus fort,

encore qu'il soit de mesme grosseur que celuy qui estoit vers les branches: c'est pourquoy il faudroit que la piece de bois allast en diminuant depuis l'un de ses bouts iusques à l'autre, suiuant la mesme raison selon laquelle il est plus fort vers la racine: mais cette raison n'estant pas cogneuë l'on ne peut obseruer cette diminution; & peut estre que la force de l'arbre, ou du baston couppé selon la longueur de l'arbre, suit quelque proportion ou progression Geometrique en sa diminution, ce qu'il faudroit auparauant determiner.

D'abondant l'on peut considerer les cylindres de bois, non seulement quand ils sont coupez de droit-fil, mais aussi quand on les taille de trauers, & horizontalement, & voir combien ceux-là sont plus forts que ceux-cy, soit quand on les met perpendiculaires, ou paralleles à l'Horison. Or les cylindres peuvent estre taillez en plusieurs manieres: car l'on peut couper le bois suiuant les diametres des cercles qui paroissent sur la coupe du bois, ou à trauers les diametres en coupant les cercles en segments desdits cercles; ce que l'on peut aisément s'imaginer en se representant la surface du tronc d'un arbre couppé, sur lequel les cercles font voir le nouveau bois que l'arbre fait chaque année: car quelques-uns croient que l'arbre a autant de cercles que d'années: il faut encore voir si le bois coupé horizontalement a ses parties d'autant plus foibles, que leurs cercles s'esloignent dauantage du cercle de l'arbre, & s'approchent dauantage de la partie que l'on appelle aubié, laquelle est la plus foible, & la plus mole de toutes. Or ces cercles, & leurs diametres ne paroissent pas esgalement sur toutes sortes d'arbres, c'est pourquoy il faudroit choisir les especes de bois qui ont leurs cercles plus distincts & plus manifestes, afin de voir si le cylindre est plus fort quand il est coupé selon la longueur des diametres, ou à trauers les diametres: & si la partie septentrionale est plus foible ou plus forte que la meridionale, & de combien l'une est plus forte que l'autre.

Si l'on obserue toutes ces particularitez, l'on trouuera la raison qui est entre la force du bois debout, & de trauers; & apres auoir fait l'experience sur le noyer, le cormier, & les autres especes de bois, l'on verra si les forces du bois de sapin, ou de chesne pris à fil droit, & de biais, gardent la mesme raison que les autres especes de bois. J'ay experimenté que le bois de sapin de mesme grandeur estant de droit-fil, porte vingt fois autant ou plus, que quand il est de trauers. Or auant que de finir cette Proposition, il n'est pas hors de propos de considerer la force des presses, encore qu'elle soit beaucoup plus foible que la force des coups de marteaux, & des poids qui tombent d'en haut: car vn homme n'est pas assez fort pour froisser & applatir vn cylindre de fer de la grosseur de deux ou trois lignes, avec les plus forts estaux qu'ayent les Serruriers, encore qu'ils applatissent le mesme cylindre d'un seul coup de marteau; mais la force d'un coup d'artillerie est encore plus grande que les coups de marteaux: A quoy l'on peut rapporter la force du tonnerre, & des mines qui iettent les tours par terre, & font sauter & creuer les montagnes; car ces forces espouuentables viennent de la mesme cause que la force des coups de marteau, à sçauoir du mouuement & de la pression de l'air, dont la plus grande vitesse est cause de la plus grande force.

COROLLAIRE I.

Je laisse icy mille autres considerations, afin d'expliquer briuelement la force

Des mouuemens & du son des chordes. 197

de la presse, dont ie suppose que la manuelle ait deux pieds de long depuis le centre de la viz iusques au point, où l'on applique la main, afin que chaque tour qu'elle fait contienne vingt-quatre pouces; si la main a la force de deux cens liures, elle pressera aussi fort ce qui sera dissous comme si elle estoit chargée d'un poids de quatre mil quatre cens liures: Or la force de la presse fera d'autant plus grande, que la manuelle sera plus longue; par exemple, si elle a sept pieds de long, la presse aura la force de cinquante-deux mil huit cens liures: car le semidiametre estant de sept pieds, il fait vingt-deux pieds, c'est à dire deux cens soixante-quatre pouces à chaque tour: Or deux cens soixante-quatre multipliez par deux cens, donnent cinquante-deux mil huit cens, & monstrent qu'un homme ayant la force de deux cens liures, violente aussi fort tout seul ce qui est sous la presse, comme feroient deux cens soixante-quatre hommes sans la presse: car si chaque homme a deux cens liures de force, deux cens soixante-quatre auront autant de force pour presser comme cinquante-deux mil huit cens.

L'on peut aussi par ce mesme moyen determiner la force du vieil brequin des forets, & des autres instrumens dont on se sert pour percer, car ils percent d'autant plus facilement, que le circuit de leurs manches est plus grand: par exemple, si le fer du vieil brequin, ou du terriere est large d'une ligne, & que son manche fasse deux pieds à chaque tour, c'est à dire deux cens quatre-vingts-huit lignes, un homme fera tout seul, par le moyen du vieil brequin, autant que deux cens quatre-vingts-huit hommes qui n'usent pas de cet instrument.

Mais la raison de la force de cet instrument, & de plusieurs autres se peut tirer du Traité des Mechaniques qui est à la fin de ce liure.

COROLLAIRE II.

Si l'on se souuiet de la raison selon laquelle les poids tombent vers le centre de la terre, dont nous auons parlé dans la premiere Proposition du second liure: & que leurs effets doiuent estre d'autant plus grands qu'ils vont plus viste, il est aisé de conclure de quelle hauteur ils doiuent tomber pour faire l'effet désiré: par exemple, puis que le poids estant tombé de 4 pieds de haut n'a qu'un degré de vitesse au premier pied; il en a trois à la fin du quatriesme pied, parce qu'il fait trois fois autant de chemin, & consequemment il va trois fois aussi viste au second moment de sa cheute comme au premier, & cinq fois aussi viste au troisieme qu'audit premier; c'est pourquoy il doit rompre vne chorde cinq fois plus forte par sa cheute de 9 pieds que par celle d'un pied, & vne chorde trois fois plus forte, tombant de quatre pieds, qu'en tombant seulement d'un pied de haut. Ce que l'on peut appliquer aux pieux que l'on enfonce en terre, & à toutes les resistances qui peuuent estre surmontées. Mais j'ay expliqué ces vitesses si clairement & en tant de manieres dans le second liure, qu'il n'est pas à propos d'en dire icy autre chose: ioint que j'ay touché cette force des poids dans la cinquiesme Proposition dudit liure, laquelle fait voir plusieurs vtilitez qui se peuuent tirer de la vitesse des cheutes.

PROPOSITION XVI.

La gravité des sons est d'autant plus grande que les corps d'où ils viennent sont moins cassans, & que leurs parties sont mieux liées, & mieux unies les vnes aux autres, pourveu qu'il n'y ait point d'autre empeschement.

Où l'on voit beaucoup de choses touchant les Principes de Chymie.

L'Experience fait voir la verité de cette Proposition dans toutes sortes de corps, car le bois sec, qui a perdu son humidité, sonne plus haut que celui qui est vert; & ceux qui ont les mains seiches font vn bruit plus esclatant en les frappant l'une avec l'autre, que ceux qui les ont humides: l'or, l'argent, le plomb, & le mercure rendent vn son plus graue, & plus sourd que le fer, le cuiure, ou le metal de cloche, parce que les parties de l'or, de l'argent, & du plomb sont mieux unies que les parties des autres metaux, à raison de la grande quantité de vif argent, qui se trouue en ceux-là, & du peu qui se rencontre en ceux-cy. Quelques-vns croient que la gravité du son depend de la quantité du mercure qui se rencontre dans les corps sonans: ce que les Chymistes doiuent considerer, afin de sçauoir pourquoy vn corps sonne plus aigu que l'autre, & si cela procede de la plus grande quantité du sel fixe, ou volatil, du soufre, ou du mercure, qui se rencontre dans le corps, ou de la multitude des pores, & des différentes parties de l'air, qui sont meslees dans le corps. La mesme speculation seruira pour trouuer d'où viennent la durezza & la pesanteur de chaque corps, & pour sçauoir ce qui rend les pierres, le metal, ou le bois plus cassans, plus friables, & plus aigres les vns que les autres.

Quelques-vns tiennent que le metal, qui a plus grande quantité de soufre pierreux, comme le fer, & le cuiure, a le son plus aigu, & consequemment que l'or rend le son plus graue & plus sourd que les autres metaux, parce qu'il n'a point de soufre pierreux qu'en puissance. D'où il s'ensuit que plus vn metal a de vif argent, & moins de soufre pierreux ou fixe, & plus il est pesant; d'où ils concluent que l'airain a le son plus aigu que le cuiure, d'autant que l'on melle deux parties de calamine sur trois parties de cuiure rouge, afin de faire le leton; laquelle calamine a quantité de soufre pierreux, qu'elle adioust à celui du cuiure, que l'on appelle cuiure franc, ou rosette.

Il faut donc voir selon ces Principes, si chaque metal a le son d'autant plus aigu, qu'il a plus grande quantité de soufre, & si la gravité des sons a mesme raison que le vif argent, & le poids qu'ils contiennent. Mais pour entendre cette raison qui se tire des Principes de la Chymie, il faut supposer que chaque mixte est composé de trois Principes, que l'on appelle *sel*, *soufre*, & *mercure*, auxquels l'on peut adiouter l'eau & la terre, afin d'auoir cinq Principes, dont l'eau ou le phlegme est le premier, d'autant qu'il est le plus volatil, & consequemment moins interieur au mixte. Le second est appelé *esprit*, d'autant qu'il est le plus penetrant, & le plus volatil, & est recogneu par son acidité. Le troisieme est le *soufre*, ou *l'huyle*, qui est plus fixe que les deux precedens, mais plus volatil que les deux autres; il est tousiours inflammable, si ce n'est qu'il soit fixe & uni inseparablement avec tous les autres elements, par vne longue depuration & coction en la composition du mixte, comme il est dans l'or. Le quatrieme

Des mouuemens & du son des chordes. 199

Principe est le *sel*, qui est caustique, & plus fixe que les trois precedens. Le cinquieme est la *terre*, dont la nature est d'estre seiche : Les Chymistes disent que l'eau ou le phlegme n'est ny chaud ny froid, & qu'il est susceptible de ces deux qualitez, selon que l'air dans lequel il se trouue, est chaud ou froid.

A quoy ils adioustent que l'eau est tousiours humide, plus pesante que la terre, & plus legere que l'esprit, ou le sel. Le soufre, qui fait les sons aigus, est tousiours chaud de sa nature, & le plus leger de tous les elemens ; il est cause de la diuersité des odeurs & des couleurs aux mixtes, particulieremēt quand il est fixe : & selon qu'il est fixe ou volatil, parfait, ou imparfait, diaphane ou opaque, il forme les metaux parfaits ou imparfaits, les pierres precieuses, ou les autres mixtes. Il paroist sous la forme d'huyle dans les plantes, & sous la forme de gresse dans les animaux. Enfin l'esprit de vie, l'humide radical, & le baume de nature, qui se rencontre aux mineraux, vegetaux, & animaux, est attaché à ce soufre : c'est pourquoy leur nature est plus ou moins vigoureuse & dure selon la nature, qualité & excellence du soufre qu'ils ont ; & quand il s'en separe, les mixtes se corrompent, les metaux perdent leur malleation, les pierres precieuses leur lustre, les plantes leur vegetation, & les animaux leur vie : d'où l'on peut conclure que le son le plus aigu vient du mesme Principe que la principale vigueur de chaque chose.

Le sel est chaud, le plus pesant, le moins poreux, & le plus compact de tous les autres Principes. Or il y a trois sortes de sels, à sçauoir le mineral, le vegetal, & l'animal. Le premier paroist sous la forme de vitriol & d'alun : Le second sous la forme de l'alkali : & le troisieme en forme de sel marin : dont chacun est fixe, volatil, ou commun. Le premier est analogue au sel marin : Le second au sel harmoniac ; & le troisieme au salpestre. Ces trois sels donnent les diuerses couleurs, les congelations, & les soliditez aux corps ; & lors que l'on les separe des corps, le sel fixe prend la figure quaree, le salpestre prend celle du cone, & l'harmoniac celle de filamens : L'esprit est vn corps liquide, que l'on appelle mercur dans les mineraux, & humide subtil dans les plantes, & dans les animaux : il ne differe dans tous les corps que par le meslange de l'huyleux, ou du salé, auxquels il sert de matiere & d'aliment ; mais il n'est pas fluide dans les corps, il ne predomine : car il est arresté par le soufre & par le sel. Il donne la diaphanéité & le poids aux corps, & les rend lucides.

Or quand ces trois Principes, à sçauoir le sel, le soufre, & le mercure, sont eunis inseparablement, apres auoir reietté l'eau & la terre, qui est la plus seiche de tous les autres Principes, & la plus legere (excepté l'huyle) & qui n'est chaude ny froide que par accident, il se forme vne medecine vniuerselle, qu'ils appellent Panacee, d'autant que quand elle est meslee avec les purgatifs, ou les restringents, elle augmente leurs vertus.

Ils croyent qu'Aristote a conneu ces trois Principes, quand il a parlé de la chaleur celeste, du Principe vital, de l'esprit, & de l'essence de chaque chose ; & que Platon les a appelé vertu seminaire ; quelques-vns les nomment Principes simples de semence. Paracelse les appelle *l'ame du monde, baulme, momie, astre, quinte essence, elixir, cinquieme element, matiere chrystalline, humidité radicale, ou primigenie, soufre vital, matiere premiere, chaleur, melisse, &c.* Ceux qui se font appeler Cabalistes ont nommé le sel, *matiere premiere*, laquelle est onctueuse, glutineuse, tenace, fixe, & permanente : le sel tres-pur fait de terre & d'eau, le point substantiel qui s'espan d par toutes les parties de la substance, comme le

point Mathématique par tout où se trouue la quantité : & le nain tres-petit, qui ne peut tomber sous les sens, que lors qu'il est ioint à l'eau de l'Aigle blanche, & neantmoins qui vainc & lie les Geans, parce que le sel coagule, congele, fixe, & arreste les autres Principes, tant substantiels qu'accidentels. Ils l'ont aussi nommé poinct quaternaire, parce qu'il reduit tous les Principes en l'vrité d'un mixte, ou d'un composé : terre pure & blanche, parce qu'elle paroist sous cette couleur, estant froide & seiche de sa nature. Enfin elle a esté appelée terre par Moysse, corps inferieur par Hermes, sel & Lune par les Chymistes, & terre & eau par les autres.

Le second Principe, à sçauoir le soufre, a esté nommé forme par ceux qui veulent que la forme soit vniuoque en tous les mixtes, & qui la font incorruptible comme la matiere ; & qui croient que Moysse parle de ce Principe, quand il dit que l'esprit du Seigneur furnageoit sur les eaux : c'est l'ame vniuerselle d'Hermes, le Soleil, le Roy, l'or non vulgaire, & le feu des Chymistes : Enfin ils appellent ce soufre essentiel, la ligne verte, d'autant que cette liqueur, qu'ils appellent forme, est verte.

Or comme le sel donne la solidité aux corps par sa vertu amalgamante, & la couleur & le goust, de mesme la forme tempere la coagulation de la matiere, & donne l'action à tous les autres Principes.

Le troisieme Principe, à sçauoir le mercure, est appelé Principe mitoyen, corps étheré, ou corps esprit, & esprit corps, lequel vnit la matiere & la forme : c'est le ciel & l'influence des Chymistes, qui lie & vnit les choses superieures avec les inferieures : Ils disent que ce Principe donne la force, la fluidité, & la rarefaction aux mixtes, & qu'il perce & penetre la matiere, afin d'introduire la forme, & la rendre capable de faire ses operations dans la matiere, & sur les accidens, en assemblant les homogenes, & en rejetant les heterogenes ; qu'il donne l'odeur aux mixtes par ses exhalaisons ; qu'il empesche que la forme & la matiere ne se desseichent & ne s'enuieillissent en leur sujet, comme l'on voit dans la pluye, qui est comme le mercure, qui detrempe la terre, & l'vnit à la racine, ou à la semence des plantes ; & dans l'air qui nous entretient, & qui empesche la mort.

A quoy l'on peut adioster que ceux qui recognoissent l'eau & la terre pour Principes, outre le sel, le soufre, & le mercure, disent qu'ils sont inutiles : c'est pourquoy quelques-vns assurent que l'eau, qui s'esleue la premiere, quand la chaleur commence à penetrer les corps, d'autant qu'elle est la plus volatile, est l'excrement ou le phlegme de l'esprit, ou du mercure acide ; que le soufre a l'huyle pour son Principe vtile & la suye pour l'inutil ; & que le sel a la terre pour son Principe inutil, encore que ces Principes inutiles soient vtils pour la mixtion.

Mais plusieurs nient que ces Principes soient excremens des vtils, d'autant que le phlegme est aussi bien attaché au sel comme à l'esprit, & que la terre est Principe de composition comme le sel. La suye n'est pas aussi inutile, car elle contient vn peu de phlegme, dauantage d'esprit, vn peu d'huyle, beaucoup de sel, mais volatil, & quantité de terre, mais tres-legere ; de maniere que la suye se peut resoudre en tous ces Principes. Or il faut remarquer que l'esprit n'est pas pur, quand il est inflammable, car il a encore de l'huyle, cōme l'on voit dans l'huyle étherée de terebinthe, & dans l'eau de vie rectifiée. Mais quand l'esprit est epuré, il est acide, & n'est point inflammable comme l'huyle, laquelle tombe

Dés mouuemens & du son des chordes. 201

au fond de l'eau, quand elle est tirée d'une matière crasse, autrement elle furaiege. L'on peut donc conclure de ce discours quel Principe est cause que de plusieurs corps esgaux en figure & en quantité, l'un a le son plus sourd, & l'autre plus aigu & plus clair, ou plus obscur : d'où vient le poids des métaux & des autres corps ; par conséquent si l'on cognoist parfaitement la quantité, & le différent mélange de ces Principes, l'on peut donner le poids du corps, le son étant donné, & le poids étant donné, l'on donnera le son, pourueu que l'on cognoisse sa figure.

PROPOSITION XVII.

La densité & la rareté des corps, est ce semble, cause que les sons qu'ils produisent sont differens quant au graue & à l'aigu : il est icy parlé des Principes de la Chymie, & de ceux de la dureté & pesanteur des corps.

LA densité des corps est prise en deux manieres, car elle peut signifier l'épaisseur des corps, comme quand nous disons qu'une piece de bois ou de fer est épaisse d'un demy pied ; Secondement elle signifie une plus grande multitude de parties en mesme lieu, laquelle fait qu'un corps est plus compact & reserré : & c'est en cette signification qu'il faut entendre cette Proposition, le corps dense n'estant autre chose que ce qui a beaucoup de matière en peu d'espace, comme le corps rare est celui qui a peu de matière, & peu de parties en beaucoup d'espace ; par exemple, les grains d'encens & de benjoin, ou des autres aromates, sont denses avant qu'ils brûlent, car ils contiennent fort peu d'espace : mais lors qu'ils brûlent & qu'ils sont conuertis en fumée, ils ont peu de matière en beaucoup d'espace : car peu de grains d'encens peuuent remplir une chambre de quatre toises en quarré, de maniere que l'on peut dire qu'un grain d'encens contient une place mille fois plus grande lors qu'il est en fumée, que quand il ne brûle pas.

L'on voit la mesme chose dans l'eau qui bout, & dans toutes les autres liqueurs qui se reduisent en fumée ; mais ie ne veux pas m'amuser à ces considerations, ny rechercher plus exactement combien l'eau, le vin, le suif, l'encens, &c. peuuent estre condensez ou rarefiez, tant parce que ce ne sont pas des corps propres pour faire le son dont nous parlons, que parce que cecy merite un discours à part. I'adiouste seulement que les corps qui se frappent dans l'eau, dans le vin, dans le lait & dans l'eau de vie, ont leurs sons plus graues que ceux qu'ils font dans l'air, & conséquemment que les sons ne sont pas si aigus dans un air espais & trouble, comme dans un air calme & espuré. D'où il s'ensuit que les sons des instrumens de Musique sont plus graues en Hyuer qu'en Esté, quoy que l'on n'apperçoie pas cette difference, d'autant que si les sons reçoient quelque alteration à raison des différentes saisons & alterations de l'air, nos oreilles sont semblablement affectées & alterées, & partant elles ne sont pas capables d'appercevoir ou de iuger de cette difference, car l'entendement a besoin de l'organe, & nous ne sommes pas exempts de ces alterations.

Neantmoins si la nature ou l'art nous donnoit un son, par le moyen duquel l'on peust regler tous les autres sons, l'on pourroit experimenter si le son des instrumens ou les voix humaines sont plus aiguës à l'Esté qu'à l'Hyuer, & de combien, supposé que ce premier son fust invariable aux changemens de l'air :

mais ie n'en cognois point qui puisse seruir à ce sujet, & la mesme difficulté se rencontre en toutes les autres sciences, puis que nous ne pouuons pas establir vn poids dans la nature pour l'Isorropique, ny vne couleur pour la Perspective, ny vne mesure pour la Geodesie : or ces deffauts de la nature nous doiuent inuiter à la recherche d'une verité plus excellente & plus ferme que celle des choses créées, laquelle se retrouue en Dieu seul, à la gloire duquel nous deuons rapporter toutes nos pensées & nos actions.

Mais ie reuiens à la densité des corps, afin de voir si le son est d'autant plus aigu que le corps est plus dense ou plus rare, ce qu'il faut entendre non seulement des corps de mesme nature, mais aussi de ceux qui sont de différentes especes. Or il est tres-difficile d'establir vne Proposition generale & vniuerselle sur ce sujet : car si l'on dit qu'il y a mesme raison de l'aigu au graue, que des corps denses aux rares, l'on trouue des corps denses comme l'or & le plomb, qui ont le son plus graue que l'airain & le fer, qui sont plus rares, ou moins denses que l'or.

Quelques-vns tiennent qu'il faut faire distinction entre les metaux, les pierres, & le bois, quand on veut parler de leurs sons, à raison de leurs densitez, & qu'il faut establir vn signe infallible de la plus grande vnion ou densité des parties, dont tous ne sont pas d'accord, quoy que tous donnent le premier rang à l'or, qui est le plus massif, bien qu'il n'ait pas le son aigu.

D'autres croient que le froid naturel des corps est vn signe infallible de leur densité, parce que les matieres qui se refroidissent, s'espaisissent, & descendent en bas, & que celles qui se rarefient, s'estendent, & montent en haut, comme sont les vapeurs de la terre & de l'eau : d'où ils concluent que ce qui est dense est froid, sec, pesant, opaque, plein d'ombre, obscur, noir, & semblable à la nuit ; qu'il aime le repos, qu'il est tardif, mixte, dur, aspre, obtus, cru, estroit, & amer ; Ils disent aussi que la densité est cause de la douleur, de la crainte, de la melancholie, de l'auarice, du mensonge, de la faineantise, de la haine, de la cruauté, des maladies, de la mort & de tout ce qui se tient du costé de la priuation, & de l'imperfection. Au contraire, ils tiennent que la rareté rend les corps chauds, humides, legers, sublimes, diaphanes, luisans, clairs, blancs, vistes, simples & estendus, mols & doux, & qu'ils sont semblables au iour, à la lumiere, & au mouuement, & consequemment que la rareté signifie ou donne la hardiesse, la ioye, la volupté, la liberalité, la verité, les subtiles inuentions, l'amour, la misericorde, l'humilité, la santé, la vie, & tout ce qui approche plus de l'acte, que de la puissance ; mais toutes ces proprieté ont besoin d'un plus long discours : C'est pourquoy ie reuiens aux sons, & dis qu'il faut experimenter quand les corps denses ont le son graue, afin de remarquer la qualité coniointe qui leur oste le son aigu, & de donner le son quand on cognoist la densité, sans qu'il soit necessaire d'autre exception que de celle des corps qui vont contre la loy generale de la densité, & de l'aigu.

La mesme chose arriue aux tuyaux qui ont besoin de vent, car plus le vent est fort & viste, & plus il est espais, pesant & dur, & l'on peut tellement pousser & renfermer l'air, qu'il sera aussi dur & aussi difficile à penetrer comme les murailles, par exemple, l'air enfermé dans vn balon parfaitement enflé & fermé, porte de grands fardeaux sans que l'air cede en nulle sorte, & pourroit porter vne maison entiere si sa couuerture ne se rompoit point, parce que l'air qui est enfermé dedans est assez dur pour resister : d'où l'on pourroit conclure que

que le mouuement par lequel il est pouffé est plus vifte, car ce mouuement l'espaissit & l'endurcit, & consequemment le rend plus pesant, comme l'on experimente au balon enflé, qui pese dauantage que quand il est vuide.

Ie laisse plusieurs difficultez qui appartiennent à la densité des corps, par exemple, iusques à laquelle densité l'on peut reduire chaque corps, comme l'air, l'eau, &c. L'on experimente que l'eau de vie peut tellement estre rarefice, qu'elle contient cent fois plus d'espace qu'elle n'en a dans son estat naturel: mais l'on ne sçait pas si elle peut estre autant condensée. Quelques-vns disent qu'ils la condensent iusques à vn tel degré qu'elle est dure comme le chrystal, & qu'ils peuuent conuertir l'air en glaçons.

Mais la principale de toutes les difficultez qui regarde cette proposition, consiste à sçauoir d'où vient la plus grande densité ou rareté, la plus grande pesanteur ou legereté, & la plus grande dureté des corps, car si l'on cognoist les premieres causes de ces qualitez, l'on sçaura semblablement d'où vient leur son graue, ou aigu: Quelques-vns croient que ces premieres causes ne sont autre chose que l'abondance d'esprit & de la quinte essence, & que plus vn corps aura d'esprit, & plus il sera pesant, dur, & dense; ce que l'on experimente au *Caput mortuum* des Chymistes, qui ne pese quasi rien, apres que le sel, le soufre, & le mercure en sont tirez. A quoy ils adioustent que le sel, qui est la principale matiere du corps, leur donne la solidité, & qu'il les coagule, les fixe, & les congele tant qu'il peut par sa vertu amalgamante, par laquelle les choses fluides & volatiles deuiennent fixes & permanentes: par exemple, quand la pluye tombe, elle deuient solide dans les vegetaux par le moyen de la terre; ce qui n'arriue pas quand elle tombe dans l'eau, dans laquelle le sel ne se reduit pas en acte; d'où il s'ensuit que plus il y a de sel dans vn corps, & plus il est dur, dense, pesant, & solide, comme l'on experimente aux os, qui ont beaucoup plus de sel que les autres parties du corps.

Ce qui s'accorde avec ce que nous auons dit cy-dessus, à sçauoir que le corps dense & compact a beaucoup de matiere, ou de sel, en peu d'espace.

Mais cette cognoissance ne suffit pas pour sçauoir la densité & le poids, qui sont cause que le son est graue ou aigu, & qu'il est different selon le meslange des autres parties du composé, car la forme qu'ils appellent soufre, tempere la coagulation du sel, & donne le dernier acte de la matiere, en rendant le composé parfait. C'est pourquoy il faudroit sçauoir combien il y a de soufre & de mercure avec le sel de chaque corps, car il est tres-certain que le son est rendu different par la differente qualité du mercure, ou de l'eau qui entre dans la composition des corps, (quelques-vns l'appellent Principe metoyen, d'autant qu'il vnit le soufre & le sel, & leur donne la vigueur) afin de remarquer si le son le plus aigu vient de la plus grande densité des corps, quand elle est faite par l'assemblage des parties qui sont de la nature de l'air, ou de l'eau. Ce que l'on peut experimenter au verre, qui tesmoigne, ce semble, par sa couleur, & par sa qualité de diaphane, que sa densité vient d'une multitude de parties d'air ou d'eau. Neantmoins le metal, dont les cloches sont faites, & l'acier ont des sons fort aigus, bien qu'ils soient tres-esloignez de la nature & des qualitez du verre, qui a la dureté comme eux, car il est aussi dur ou plus que le fer, ou l'acier, puis qu'ils ne peuuent mordre sur luy: mais ie donneray la raison de la dureté des corps dans vne autre lieu. Il faut cependant remarquer qu'Aristote a presque compris en trois ou quatre paroles tout ce que nous auons icy dit

du dense, & du rare, lors qu'il a enseigné que la densité & la rareté sont les Principes de toutes les affections qui paroissent aux corps, & que le pesant & le leger, le mol, & le dur, le chaud, & le froid, ont la rareté & la densité pour leur Principe, comme l'on voit au chapitre dixiesme du huitiesme liure de sa Physique, παντῶν τῶν παθημάτων ἀρχή, πυκνωσις, ἡ μείωσις, ἡ γὰρ βαρὺ καὶ κενόν, ἡ μαλακόν, ἡ σκληρόν, ἡ θερμόν, ἡ ψυχρόν, πυκνότητις ἡ ἀραιότητις. A quoy il adioust que la densité est l'union ou l'assemblage, & que la rareté est la separation, selon lesquelles se font la corruption & la generation des substances, & qui sont cause que les corps se meuvent & changent de lieu, comme l'on experimente aux vapeurs & aux nuees, car les plus rares se tiennent plus haut, & ce qui est rare ne peut descendre, d'autant qu'il est empesché parce qu'il est plus pesant. Simplicius croit que le blanc & le doux se rapportent à la rareté, & consequemment qu'il faut attribuer le noir & l'amer à la densité: & si l'on considere ce qu'enseigne Aristote parlant du mouvement, il semble que l'on puisse expliquer toutes choses par la rareté & la densité, quoy qu'il parle plustost du dense & du rare suiuant l'opinion des anciens, que selon la sienne, comme remarque saint Thomas.

PROPOSITION XVIII.

Expliquer les differentes qualitez des corps qui rendent le son plus graue, ou plus aigu, plus clair, ou plus sourd, plus grand, ou plus petit, &c.

LEs principales qualitez qui contribuent à la diuersité des sons, consistent particulièrement dans la dureté & densité des corps, & des qualitez contraires, car l'on experimente que les metaux qui sont les plus durs ont coustume de faire des sons plus aigus, & plus clairs & resonans, comme il est aisé de conclure par lesdits cylindres, dont nous auons parlé dans la neuf, dix, & vnieziesme Proposition. Je laisse plusieurs autres qualitez, par exemple la friabilité, qui fait que les corps se brisent aisément, la seicheresse & la rareté qui a coustume de rendre le son plus aigu, &c. dont j'ay parlé fort au long dans la quarante & quarante-deuxiesme Proposition du second liure Latin des causes du son, lesquelles meritent vn volume entier pour expliquer les raisons de toutes les proprieté & qualitez des corps, qui sont dans la quarante-deuxiesme Proposition: c'est pourquoy ie viens à d'autres difficultez qui seruiron pour entendre ce quia esté dit du mouvement des corps: ioint que l'on pourra conclure beaucoup de choses touchant ces qualitez en lisant les liures des Instrumens, & particulièrement la seiziesme Proposition du premier, & la dixneufiesme du troisieme liure, & le liure des cloches; d'où l'on peut tirer beaucoup de lumiere pour entendre ce qui rend les voix aigres, dures, claires, sourdes, &c.

Il est certain que la plus grande densité des corps ne fait pas tousiours le son plus graue, puis que l'or qui est plus dense que le plomb fait vn son plus aigu, mais lors que la plus grande dureté est iointe à la plus grande densité, elle a coustume de rendre le son plus aigu, & generalement parlant chaque corps fait le son d'autant plus aigu qu'il tremble plus viste, comme il est aisé de conclure par le nombre des tremblemens que font les chordes. Quant aux autres differences des corps, comme au poly, au concaue, au raboteux, &c. elles apportent plus ou moins de netteté & de clarté aux sons, suiuant les differentes

emotions

Des mouuemens & du son des cordes. 205

emotions & impressions qu'elles causent dans l'air.

COROLLAIRE.

Il faut remarquer que les corps les plus durs ne font pas tousiours des sōs plus aigus: car i'ay experimēté qu'une corde de boyau de mesme lōgueur, grosseur & tension que celle de laton, monte plus haut d'une Onziesme, & que les cordes de chanvre esgales à celles de laton montent aussi plus haut, quoy qu'elles soient plus molles & moins pesantes; & par consequent que la remarque qu'a fait Ptolomee dans le 3. chap. de son premier liure de Musique, n'est pas tousiours veritable, à sçauoir que les corps font le son plus aigu quand ils sont plus denses, ou lors qu'il y a plus grande raison de la durté de l'un à celui de l'autre que de leurs densitez: par exemple, apres auoir dit que l'airain monte plus haut que le bois, parce qu'il est plus dense, il adioute que l'airain, quoy que moins dense, monte plus haut que le plomb, parce qu'il y a plus grande raison de la durté de l'airain à celle du plomb, que de la densité du plomb à la densité de l'airain. Mais l'experience fait voir que la corde de chanvre est plus rare & plus molle que celle d'airain, & neantmoins qu'elle monte plus haut; & que le cylindre de sapin esgal à celui d'airain monte plus haut, quoy qu'il soit plus mol & plus rare: & si quelqu'un adioute en faueur de Ptolomee que c'est parce qu'il est plus leger, il est aisé de trouuer des corps qui seront moins denses, moins durs, & moins legers, qui ne montent pas si haut que d'autres corps qui seront plus denses, plus durs & plus pesans: de sorte qu'il est tres-difficile de prescrire tellement la combination & le rencontre de toutes les qualitez necessaires à chaque corps pour luy faire produire un son plus aigu selon la raison donnee, qu'il n'y ait nulle exception.

ADVERTISSEMENT.

Je laisse expressément plusieurs discours que l'on peut faire sur les obseruations precedentes, de la longueur, grosseur & tension des cordes, dont on voit l'abbregé dans la septiesme Proposition du troisieme liure des Instrumēs, par exemple, que si l'on considere les differentes tensions, ou grosseurs des cordes, l'on peut mettre la raison de l'Octaue de 4 à 1, & de 8 à 1, si l'on considere les solides de l'air battu par les differentes longueurs: Surquoy l'on peut voir la dixiesme Proposition du premier liure des Consonances. Je laisse aussi les raisons de ces differentes tensions & grosseurs, afin que ceux qui se plaisent à la speculation, & qui sont plus aises de trouuer les raisons par leur propre industrie, que de les rencontrer ailleurs, ne manquent pas d'exercice.

PROPOSITION XIX.

Expliquer plusieurs particularitez des corps qui tombent de haut en bas, & de la vitesse de leurs cheutes.

Il faut remarquer sur ce que i'ay dit de la vitesse des corps qui tombent, dans la seconde & douziesme Proposition, que l'experience fait voir que la vitesse ne s'accroist pas tousiours en mesme raison, car outre les corps legers, com-

me sont les boules de moüelle de fureau, qui sont cent vingt & huit fois plus legers que celles de plomb de mesme grosseur, & qui ne haïtent quasi plus leur cheute apres vn ou deux pieds, les boules de plomb commencent à quitter insensiblement la proportion de leur vitesse lors qu'elles descendent de 164 pieds de haut, car Monsieur Poisson de la Besnerie, homme fort sçauant, ayant repeté par quatre fois l'experience, a tousiours trouué que la boule de plomb descendant dans l'une des carrieres d'ardoise, employe tousiours iustement 4 secondes à descendre iusques au fond esloigné de la bouche de 164 pieds; & que la boule de buis employe quasi 5 secondes à faire le mesme chemin: quoy que le bruit qui a seruy de signal pour sçauoir le dernier moment de la cheute, ait employé quelque temps à faire 164 pieds, à sçauoir la huitiesme partie d'une seconde, suiuant nos experiences de la vitesse des sons; c'est pourquoy l'on peut dire que les boules precedentes ont descendu dans 4 secondes, & $\frac{7}{8}$.

Or ce retardement arriue à raison que l'air resiste dauantage quand il est plus pressé: mais il est difficile de sçauoir combien il resiste dauantage à chaque moment de la cheute. Je sçay qu'un excellent Philosophe s'est imaginé que le poids pressant perpetuellement l'air augmente tousiours sa vitesse, de sorte que si apres le premier moment, auquel la pierre se meut, Dieu luy ostoit sa pesanteur, elle descendroit encore par la force du mouuement qu'elle s'est imprimée au premier moment; & que si elle estoit dans le vuide elle iroit tousiours d'une esgale vitesse: mais parce que la pesanteur accompagne tousiours le premier mouuement, elle accroist sa vitesse d'un degré à chaque moment: d'où il s'ensuit que la pierre ne fait pas plus de chemin aux trois premiers momens qu'au quatriesme. Cecy posé, il conclud qu'elle rencontre vn certain point d'esgalité, depuis lequel elle descend tousiours de mesme vitesse: ce qu'il prouue, parce que l'air qui resiste tousiours de plus en plus, à proportion qu'il est plus violenté, ne resiste pas tant au premier moment que la vitesse est augmentée, comme il fait apres: par exemple la vitesse s'augmente d'un degré à chaque moment, & la resistance de l'air ne croist pas d'un degré: mais parce que sa resistance croist tousiours, elle deuiant enfin si grande qu'elle est esgale à l'impulsion, ou à la force de la pesanteur, & par consequent elle empesche tousiours d'oresnauant que la pesanteur n'adiouste vn degré de vitesse à chaque moment, de sorte que le mouuement demeure esgal. Mais vn tres-excellent Geometre a demonstré que ce point d'esgalité ne peut se rencontrer, suiuant la raison precedente, car puis que la resistance de l'air ne peut croistre dauantage que la vitesse de la cheute, supposons par exemple qu'au commencement du mouuement la vitesse soit vn, si l'air n'empeschoit point, & parce qu'il empesche, faisons qu'elle ne soit qu'un demy, à raison de ladite resistance, qui sera aussi $\frac{1}{2}$: Or au 2 moment que la pesanteur adiouste encore vn degré à la vitesse, elle seroit de $\frac{3}{2}$, si l'air n'empeschoit de rechef: mais il n'empeschera pas tant à proportion que la premiere fois, à cause qu'il est desia esmeu, ny plus qu'à mesme proportion, c'est à dire qu'il ne diminuera pas la moitié de la vitesse, laquelle au lieu de $\frac{1}{2}$ ne seroit plus que $\frac{1}{4}$. Au 3 moment la pesanteur adiouftera vn degré à la vitesse, qui seroit $\frac{5}{2}$; & si l'air en oste la moitié, il ne restera plus que $\frac{3}{4}$; & ainsi de suite aux autres momens l'empeschement de l'air sera $\frac{15}{16}$, $\frac{31}{32}$, $\frac{63}{64}$, $\frac{127}{128}$, $\frac{255}{256}$, & ainsi du reste iusques à l'infiny: par où l'on voit que ces nombres croissans iusques à l'infiny, seront tousiours moindres que l'unité; & par consequent iamais la resistance de l'air n'ostera tant de la vitesse, qu'elle en acquiert par la pesan-

teur, qui l'augmente d'un degré à chaque moment.

La mesme chose arriuera, si l'on dit que la resistance de l'air oste les $\frac{2}{3}$ ou les $\frac{3}{4}$ de la vitesse, &c. car il ne se peut faire qu'elle luy oste son degré entier, autrement le poids ne descendroit nullement.

Or bien que les corps qui descendent n'eussent point de pesanteur, & que la terre les attirast, soit par vne vertu attractiue ou autrement, l'on peut toujours en deduire vne raison semblable à la precedete, quoy qu'il soit tres-difficile de determiner le veritable progres de cette vitesse : car si c'est la terre qui fasse paroistre cette pesanteur par son attraction, les corps descendront d'autant plus librement apres estre entrez bien auant dans la terre, qu'ils s'approcheront dauantage du centre, parce que l'hémisphère superieur resistera à l'inférieur par vne attraction opposée.

En effet si les bales de mousquet, & des autres plus grandes armes à feu, tirées perpendiculairement ne retomboient point, comme semblent monstrier plusieurs experiences que nous auons faites assez exactement, l'on pourroit conclure que la force attractiue de la terre ne s'estend pas si haut, & qu'elle n'a plus assez de force pour les attirer à soy : ce que l'on pourroit confirmer par les oyseaux qui volent beaucoup plus aisément en haut qu'en bas, où ils ont besoin de battre souuent de l'aile pour se soustenir, parce que la terre n'a pas tant de force d'attirer de loin que de près. Mais ce raisonnement semble estre destruit par la gresle & les autres meteores, qui tombent de quelque hauteur qu'on les puisse considerer, si ce n'est que l'on responde que les bales vont plus haut que le lieu desdits meteores, ce qui est difficile de s'imaginer, car il est certain que les bales ne vont pas plus loin perpendiculairement qu'à leur portee de 45 degrés, & par consequent que la bale de mousquet ne monte tout au plus que 1200. toises : il faudroit donc monstrier que les lieux où se forment la pluye, la gresle, & les neiges, ne sont pas si hauts, & qu'ils ne surpassent tout au plus que 36 fois la hauteur des tours de Nostre-Dame de Paris.

Quant aux experiences que quelques-vns disent auoir fait de 2 boules d'egal volume, dont la plus legere est tombee moins viste de 3 ou 4 pieds que la plus pesante, cela se rapporte aux nostres, dans lesquelles nous auons vsé de corps si legers, quoy qu'ils fussent ronds & solides sans pores sensibles, que sur 50 pieds ils ont descendu 2 ou 3 fois plus lentement que les corps plus pesans, mais la raison de leurs pesanteurs estoit plus que centuple : cela se rapporte aussi à l'experience qui est au commencement de cette Proposition.

Or ie laisse le Probleme qui suit pour l'exercice des excellens Philosophes, à sçauoir, *donner deux ou plusieurs corps de mesme figure & de mesme volume, dont les pesanteurs soient en telle raison, qu'ils descendent plus viste ou plus lentement les vns que les autres selon la raison donnee.*

Il est encore certain que de 2 poids donnez de mesme matiere & figure, le plus gros doit tomber le premier, à raison que l'air ne luy resiste pas tant à proportion comme il fait au moindre ; ce qu'il est aisé de prouuer par la raison du solide des corps, laquelle est doublee de la raison de leurs surfaces : car ils pesent d'autant plus qu'ils ont plus de solidité, & ne sont empeschez par l'air que selon leurs surfaces : de là vient que les plus grosses bales ou autres corps ronds viennent plustost au dessus du vase que l'on remuë pour cet effet, que ne font les moindres, qui ne sont pas capables d'une si grande impetuosité, & que les enfans ne se blessent pas si fort en tombant cōme les grandes personnes, par-

ce qu'ils ont plus de surface à proportion de leur solidité, & corpulence.

L'on peut conclure mille autres choses par la comparaison de la raison des surfaces avec celle des corps, qui peuvent servir d'exercice à ceux qui se plaisent à raisonner.

COROLLAIRE I.

Si les bales de mousquet tirées perpendiculairement en haut gardent la même proportion dans la vitesse de leurs cheutes, que celles que nous auons laissé choir de 144 pieds de haut, c'est à dire, si les espaces qu'elles font sont en raison doublee des tēps qu'elles employent dans leurs cheutes, elles irōt quasi aussi viste en retombant comme elles sont allées en montant, de sorte que si la bale sortant de l'arquebuse fait cent toises dans vne seconde & demie, la bale fera aussi cent toises dans la dernière seconde & demie de sa cheute : & si le boulet du canon monte perpendiculairement 1800 toises (autant comme il en fait en sa grande portee) il fera 118 toises dans la dernière seconde de sa cheute, & emploiera 30 secondes à descendre, c'est à dire autant qu'il en emploie à monter : ce qui pourroit servir pour déterminer la proportion qu'il garde dans la diminution de sa vitesse de bas en haut, & pour comparer la force de l'attraction de la terre avec la force impulsive des canons, qui semblent se contrarier.

COROLLAIRE II.

Les corps qui descendent vers le centre de la terre augmentent leur vitesse en raison doublee des temps, comme j'ay montré dans la première Proposition du second liure, parce que la pesanteur adiouste tousiours de nouveaux mouuēmens à tous les momens de la cheute ; par exemple lors que le poids descend vn pied dans vn moment, il en descend 4 en 2 momens, parce que s'il estoit despoüillé de sa pesanteur à l'instant qu'il est à la fin du premier pied, il continueroit à descendre de la même vitesse qu'il a aquisée à la fin de ce pied, & consequemment il feroit deux fois autant de chemin, c'est à dire 2 pieds dans le 2 moment, comme j'ay montré dans la seconde Proposition du second liure des mouuēmens ; & iroit tousiours de la même vitesse iusques au centre, ou pardelà, quoy que sa pesanteur ne luy fust point restituée : mais si tost qu'elle luy seroit renduë, il hasteroit sa course : par exemple au lieu qu'il n'eust fait que 3 pieds en 2 momens, à sçauoir vn pied au premier moment qu'il a la pesanteur, & 2 au second, il en fera 3 au second, & puis 5 au 3, 7 au 4, &c. parce que la pesanteur adiouste tousiours vn nouveau degré de mouuement en chaque moment : d'où il arriue que le poids fait 9 pieds en 3 momens, 16 en 4 momens, & ainsi consequemment, suiuant tous les quarez, comme j'ay dit dans la première Proposition du second liure des Mouuēmens. Or il faut icy supposer que le mouuement qui est vne fois imprimé au corps qui se meut, ne cesse iamais s'il n'est osté par quelque empeschement, comme nous auons desia remarqué. L'on peut accommoder ce raisonnement à l'attraction de la terre, ou au desir, & à la propension qu'ont les corps de se reunir avec leur tout.

COROLLAIRE III.

Si le poids augmente tousiours sa vitesse en tombant, selon la raison doublee

Des mouuemens & du son des chordes. 209

des temps, & que l'on s'imagine qu'il y ait vne ouuerture au trauers de la terre, il est certain qu'une bale de mousquet, ou vn boulet de canon descendra depuis la surface de la terre iusques à son centre en 19 minutes, & 56 secondes, comme j'ay démontré dans le premier Corollaire de la seconde Proposition du second liure : d'où ie conclus qu'il fera 4784 toises, c'est à dire près de deux lieues dans la dernière seconde de sa cheute ; c'est à dire que le boulet ira 48 fois plus viste arriuant au centre, qu'il ne va à la sortie de la bouche du canon l'espace de cent toises ; & par consequent il aura 48 fois plus de force, si la force s'augmente en mesme raison que la vitesse : car le boulet employe du moins vne seconde à faire les cent premières toises, supposé qu'il n'aille pas plus viste que la bale du mousquet, comme nous auons expérimenté.

COROLLAIRE.

Si le boulet poursuit son chemin par delà le centre, il ira diminuant sa vitesse en mesme raison qu'il l'a augmentee en tombant iusques au centre ; & parce que nous donnons 23523 pieds au rayon de la terre, qu'il a fait en tombant, il fera quasi autant de chemin en remontant vers l'autre partie opposée de la terre, & se balancera perpetuellement en allant decà, delà, comme lors qu'il est attaché au bout de la chorde qui nous sert d'horloge à secondes : de sorte qu'il n'acheuera sa periode entiere de tous ses tours & retours, ou de ses cheutes & ses montees, que dans le temps de 326 iours, & 15 heures, puis que les tours & retours du boulet pendu à vne chorde de 3 pieds durent pour le moins vne heure entiere ; & parce qu'il n'a point l'empeschement de la chorde en tombant vers le centre de la terre, il ira du moins vn an entier çà & là auant que de se reposer audit centre.

PROPOSITION XX.

Expliquer les mouuemens du poids attaché à vne chorde, & leurs circonstances & utilitez.

ENCORE que j'aye parlé fort amplement de cette espece de mouuement depuis la treizieme Proposition du second liure des Mouuemens iusques à la seizieme, neantmoins elle merite que j'y adioute quelques considerations, afin d'en rendre l'usage plus vtil & plus vniuersel : & pour ce sujet ie remets icy la figure de la treizieme Proposition KBL, dont la ligne AB represente la chorde attachée au point A, & B represente le poids suspendu à cette chorde, lequel estât tiré iusques à K retombe en E, & remonte d'E en D, & O, &c. par le demy-cercle KEDOL. Or puis que le poids est aussi long-têps à remonter depuis B iusques deuers L, par exemple iusques en O, cōme à descendre depuis K iusques à B, ou du moins qu'il n'y a nulle difference sensible, il est raisonnable de conclure que le poids garde la mesme proportion dans la diminution de sa vitesse depuis B iusques à O, que celle qu'il garde dans l'augmentation tombant depuis K iusques à B ou E : d'où l'on peut conclure la mesme chose que d'une pierre qui tomberoit par vne ouuerture faite à trauers le diametre & le centre de la terre, à sçauoir que si le poids B alloit tousiours aussi viste que lors qu'il passe par le point E en descendant, qu'il feroit vn espace esgal à son demy-cercle entier KE L, en mesme temps, qu'il faisoit le quart de cercle KE en descendant, ou EL en

Des mouuemens & du son des chordes. 211

8 onces se monte du moins vne heure entiere lors qu'il est attaché à vne chorde ou à vn filet de 3 pieds & demy, qui fait iustement 3600 tours & retours dans vne heure ; par consequent la 3600 partie de la ligne droite IH, & de la circulaire IB est le dernier retour, ou la derniere cheute qui donne le repos au poids B, c'est à dire que la derniere cheute de B n'est que de la mil deux centiesme partie d'une ligne, car IH a 3 lignes ou $\frac{1}{4}$ du pouce MB.

COROLLAIRE I.

Si l'on suppose AE de 3 pieds & demy, la chorde de cette longueur donne l'horloge à minutes, lequel j'ay expliqué dans la quinziesme Proposition du second liure des Mouuemens ; & qui est tres-commode à raison qu'il diuise iustement la minute d'heure en 60 parties pour faire les secondes minutes, lesquelles sont quasi le temps le plus court qui puisse seruir assez exactement aux observations qui desirent de l'attention & de la iustesse : quoy que si l'on veut marquer la moitié des secondes que le poids employe à descendre de C, ou de D en E, l'on puisse vser d'une autre chorde sous-quadruple marquee A γ ; laquelle donnera chaque demie seconde par chacun de ses tours, ou de ses retours, & par consequent le quart d'une seconde par chaque demy-tour ou retour de γ ou de δ en γ ; & lors que l'on obserue, il seroit à propos d'auoir ces 2 horloges, afin que l'on contast les tours du filet A γ , tandis que l'autre conte ceux d'AE, dont le nombre est tousiours sous-double du precedent.

COROLLAIRE II.

Le mouuement du poids B descendant de K, ou de L en E suffit pour desabuser ceux qui croient que la vitesse d'un poids qui descend perpendiculairement ne s'augmente pas en descendant : car l'experience en est si euidente dans la cheute de B par le quart du cercle LB, qu'il n'y a pas moyen de le contredire : Or cette augmentation de vitesse procede seulement de celle qu'il auroit en tombant par la perpendiculaire AB : de sorte que le poids fait la partie du cercle CD quasi en mesme temps qu'il feroit la perpendiculaire HI : & parce que l'experience fait voir que le poids tombant d'A en E descend du moins aussi viste de γ à E, que d'A à γ , puis qu'il fait 3 fois plus de chemin dans le 2 moment de sa cheute que dans le premier, comme nous auons monstré dans les premieres Propositions du second liure des Mouuemens, il s'ensuit qu'il descend d'autant plus viste de D à E que d'O à D, qu'il descendroit plus viste par la ligne perpendiculaire qui respond à l'arc DE, qu'il ne descendroit par celle qui respond à OE. Ce que l'on voit encore mieux dans la figure de la quatorziesme Proposition, où j'ay traité de cette matiere, d'où il est aisé de conclure pourquoy la chorde AB doit estre quadruple d'A γ pour faire ses retours en vn temps double ; c'est à dire pourquoy elle doit estre en raison doublee des temps pour auoir des retours de plus longue duree, ou en raison sous-doublee des temps pour auoir des retours plus courts selon la raison donnee : quoy qu'il faille obseruer ce que le mouuement circulaire peut changer dans ces raisons, car l'air empesche autrement dans le mouuement circulaire que dans le perpendiculaire ; & ces allongemens ne suiuent pas tousiours en mesme raison iusques au centre de la terre, puis qu'il en faut faire le mesme iustement que des

cheutes perpendiculaires dont ils dependent, comme l'ay dit cy-deuant.

COROLLAIRE III.

Galilee remarque vne infinité de points dans la chorde AB, dont chacun a l'inclination de retourner à la ligne perpendiculaire lors que l'on en esloigne la chorde, & dit que toutes les parties ayant sa faculté d'y retourner d'autant plus viste, ou par vn cercle d'autant plus petit, qu'elles sont moins esloignees du point A, elles empeschent que le mouuement du poids O ne fasse de perpetuels tours & retours, encore que l'on se l'imagine dans le vuide sans l'empeschement de l'air : ce que l'on apperçoit en attachant vn autre poids à quelque point de la chorde AB, ou A O, par exemple au point e, car ce poids veut aller par le cercle e γ ; ce qu'il faut semblablement conclure de tous les autres points de la chorde A O, & ce que l'on apperçoit mieux dans vne chaisne de fer, ou d'autre matiere pesante, que dans vne chorde.

COROLLAIRE IV.

La cheute circulaire du poids B, & celle dont nous auons parlé par delà le centre de la terre, monstrent ce semble que la vitesse de la projection des corps pesans que l'on iette en haut, ou horizontalement, se diminuë en mesme raison, car le mouuement qui fait monter B depuis E iusques à O, est semblable à celui de la projection, de sorte que ce qui ne peut estre experimenté dans le mouuement des missiles ordinaires, par exemple dans celui des boulets de canon & de mousquet, ou dans celui des flesches & des pierres iettees avec la fonde, ou la main, à raison de leur trop grande vitesse, peut s'observer par le moyen d'une chorde de 30 ou 40 pieds de long, qui fait ses tours & ses retours si lentement, qu'on les peut diuiser en 3 ou 4 parties sensibles, afin de remarquer combien le poids va plus viste dans chaque partie.

Par exemple si l'on pend vn filet à vne voûte eslancee de 126 pieds, ou dauantage, comme est celle de S. Pierre de Beauuais, laquelle a 144 pieds de haut, & si l'on tire tellement le poids attaché au filet qu'il soit esleué perpendiculairement d'une toise, il fera chacun de ses tours en 6 secondes, & par consequent il montera la moitié de chaque tour dans le temps de 3 secondes, de sorte que l'on pourra marquer le chemin qu'il fait en chaque seconde, & determiner de combien l'une des trois parties de l'arc sera plus grande que l'autre, afin de sçauoir la proportion de la diminution qu'il garde dans la vitesse de son mouuement violent, ou dans celle de son mouuement naturel qu'il fait dans l'autre partie de son cercle.

COROLLAIRE V.

Je laisse les autres vsages qui se peuuent tirer des tours & retours de telle chorde que l'on voudra, parce qu'ils vont quasi à l'infiny ; par exemple ils seruent à cognoistre la vitesse de la voix, & des autres bruits, & celle de l'Echo : la vitesse des boulets de canon, du vol des oyseaux, de la course des cheuaux, & de tous les corps qui ont quelque mouuement sensible. Mais parce que le poids estant tiré iusques en K, ou en L, employe autant de temps à descendre par le quart de cercle iusques à E, comme fait vn autre poids qui descend de

Désmouuemens & du son des chordes. 213

3 pieds & demy de haut, c'est à dire d'une hauteur perpendiculaire de mesme longueur que le quart de cercle, il s'ensuit que le premier tour de K en E dure vn peu plus de la moitié d'une seconde, & ce d'autant plus qu'il faut plus de temps au poids pour tomber d'une hauteur perpendiculaire de 5 pieds & demy, que de la hauteur de 3 pieds, qu'il fait iustement dans vne demie seconde.

C'est pourquoy toutes les experiences qui ont esté faites par ce premier retour, & par les 3 ou 4 qui suiuent immediatement, pour mesurer la vitesse des missiles, & du bruit, ont plustost leurs temps vn peu trop longs que trop courts, & par consequent nous auons plustost marqué leur vitesse plus grande que moindre qu'elle n'est.

COROLLAIRE VI.

La mesme raison qui montre que les differentes cheutes des corps pesans vers le centre de la terre sont en raison doublee des temps, prouue semblablement que les longueurs des chordes qui seruent à mesurer le temps, doiuent estre en raison doublee des temps que l'on veut mesurer. Or la raison de la longue duree de la periode des tours & retours de chaque chorde depend de l'inclination des plans, sur lesquels on peut s'imaginer que les poids attachez à la chorde se meuuent : car si l'on considere le quart de cercle de leur descente comme estant composé d'une infinité de plans differens, l'on trouuera que le plan qui approche de la contingente est si peu incliné sur l'Horizon, & a si peu de pente, que la boule qui rouleroit dessus ne feroit pas l'espace d'un pied dans vn iour entier, comme il est aisé de conclure par ce qui a esté dit dans la sept & huitiesme Proposition du second liure, dont on peut icy appliquer la speculation.

ADVERTISSEMENT.

Il faut accommoder tout ce que j'ay dit de l'Echo depuis la vingt-six iusques à la vingt-neufiesme Proposition du liure des Sons, suiuant les obseruations plus particulieres que j'ay fait depuis en des lieux differens, lesquelles sont expliquées dans la Proposition qui suit, & qui donne plusieurs choses qui n'auoient pas esté remarquées.

PROPOSITION XXI.

Determiner les iustes mesures des lignes vocales de l'Echo, & les vtilitez qui s'en peuvent tirer pour la Philosophie, & pour les Mechaniques.

IL est certain que toutes sortes d'Echo qui respondent sept syllabes prononcées dans le temps d'une seconde minute, doiuent estre esloignez de 485 pieds de Roy, c'est à dire près de 81 toises, & consequemment que la distance des Echos esgale à la portee d'une arquebuse de blanc en blanc, laquelle est de cent toises, comme nous auons experimenté, est trop grande pour ne respondre que lesdites sept syllabes. Or cette mesure de l'Echo, ou de la reflexion de la voix, & des autres bruits est si asseuree, que toutes les experiences la confirment. Ce que l'on esprouuera aisément avec nostre horloge à secondes minutes, dont j'ay parlé dans la quinziésme Proposition : car elle marque

vne seconde minute pour la prononciation des sept syllabes par son premier tour, & la reuerberation de l'Echo par son retour. Surquoy il faut premiere-ment remarquer que l'Echo est tousiours d'une esgale vitesse en toutes sortes de temps, soit qu'il fasse du broüillard, ou que l'air soit clair & serain, ou que le vent soit à gré, ou contraire, ou de trauers: car nous auons experimenté plusieurs fois, & en plusieurs lieux toutes ces Varietez.

En second lieu, que les vents ou les autres impressions de l'air contraires à l'Echo l'affoiblissent, ou le rendent inutile, parce qu'il n'est pas entendu, encore qu'ils n'en empeschent nullement la vitesse.

En troiesme lieu, que la mesure precedente de l'Echo est plustost trop longue que trop courte, & consequemment que la distance de 69² pieds de Roy, (ou pour esuiter la fraction) 69 pieds fussent pour vne syllabe prononcee dans la septiesme partie d'une seconde: de sorte qu'il faut reformer les mesures de l'Echo, dont i'ay parlé depuis la vingt-sixiesme Proposition du liure des Sons, suiuant cette Proposition, d'autant que ie n'auois pas encore fait des obseruations assez exactes.

En quatriesme lieu, il semble qu'on peut conclure la vitesse de la voix & des autres bruits par le moyen de l'Echo, car puis qu'il respond les sept syllabes, *Benedicam Dominum*, ou telles autres qu'on voudra, & qu'il les renuoye dans vne seconde minute, la derniere syllabe *num* fait 485 pieds de Roy en allant, & autant en retournant dans le temps d'une seconde, c'est à dire 162 toises ou environ: de maniere qu'on peut choisir ce nombre de toises pour la vitesse des Sons reflexis, laquelle i'ay tousiours trouué égale, soit que l'on vse du bruit des trompettes & des arquebuses, ou de celui des pierres, & de la voix graue ou aiguë: ce qu'il faut soigneusement remarquer, afin de quitter les differentes opinions, ou plustost les erreurs, touchant la plus grande vitesse des Sons forts & aigus, que des foibles & des graues, & des autres circonstances, que i'explique icy suiuant la grande multitude d'epreuues que i'en ay faites en presence de plusieurs, & que tous peuuent faire pour se desabuser eux-mesmes.

En cinquiesme lieu, l'on peut conclure le nombre des syllabes prononcees dans vn temps donné, qui peuuent estre repetees par l'Echo d'une lieuë, ou de telle autre longueur que l'on voudra: car puis qu'il y a 2500. toises dans vne lieuë, & que l'experience enseigne que la voix va tousiours d'une esgale vitesse iusques à l'extremite de son estendue: ce qui arriue semblablement à toutes sortes d'autres bruits, il s'ensuit que l'Echo d'une lieuë peut respondre 208 syllabes, en donnant la distance de 12 toises à chaque syllabe: Or l'on employroit vn peu plus de neuf secondes à prononcer ces 208 syllabes de mesme vitesse que les 7 precedentes.

Par où l'on peut examiner tous les Autheurs qui traitent de l'Echo, & des autres choses appartenantes à la voix: par exemple, ce que Boissard rapporte dans sa Topographie de Rome, page 34, dont nous auons desia parlé dans la trente-septiesme Proposition du liure des Sons, à sçauoir que l'Echo de la tour de Metellus près du mont Auentin respond 8 fois le premier vers de l'*Æneide* tout entier,

Arma virumque cano Troie qui primus ab oris.

Ce qui ne peut arriuer (supposé que celui qui prononce ce vers entende distinctement huit repetitions les vnes apres les autres, & qu'il le prononce en 2 secondes, qui font le temps le plus brief de tous les possibles, lors qu'on pro-

Des mouuemens & du son des chordes. 215

nonce assez fort pour en entendre l'Echo) qu'en 32 secondes, qui seroient employées à la continuelle repetition de ces 8 fois, & à la premiere prononciation, encore que ce vers n'eust que 14 syllabes. Et parce que le lieu de l'Echo doit estre esloigné de 162 toises pour repeter vne fois seule 14 syllabes, & de 8 fois autant, c'est à dire de 1296 toises, pour repeter ce vers 8 fois de suite, sans que l'une anticipe sur l'autre, il s'ensuit que la derniere muraille, ou l'autre corps qui reflechit la 8 ou derniere fois, est esloigné de 1296 toises de celui qui prononce, soit en droite ligne, ou par diuers contours, lesquels la voix peut faire par vne grande multitude de differentes reflexions: ou si nous prenons seulement 2 toises pour la repetition de chaque syllabe (c'est à dire la moindre distance de toutes les possibles) le vers de 14 syllabes, qui se repete vne seule fois, requiert vn Echo esloigné de 154 toises, & se repétant 8 fois de suite, le corps reflechissant doit estre esloigné de 1232 toises, c'est à dire quasi d'une demie lieuë: par consequent la voix doit estre assez forte pour estre ouïe aussi distincte & aussi forte d'une lieuë, qu'elle est ouïe dans la 8 repetition du vers, parce que la voix de l'Echo fait vne lieuë en contant son allee & son retour, ce qui ne peut arriuer à la voix ordinaire des hommes, soit de iour ou de nuict: car l'experience enseigne que l'Echo de 14 syllabes est si foible aux dernieres syllabes, que l'on a de la peine à l'ouyr, ou à crier assez fort pour faire respondre cet Echo de 154 toises.

En sixiesme lieu, l'on peut mesurer la largeur des fossez d'une ville, ou de tels autres lieux accessibles ou inaccessibles par le moyen de l'Echo; par exemple, si les murailles de la ville respondent seulement vne syllabe prononcée dans 7 de seconde de dessus le bord desdits fossez, ils n'ont tout au plus que 12 toises de largeur, & si l'on en est tellement esloigné que l'Echo responde 7 syllabes prononcées dans vne seconde, & qu'il y ait 60 toises du lieu où s'entend l'Echo iusques sur le bord des fossez, ils seront larges de 21 toises.

Ie laisse mille autres vtilitez qui se peuuent tirer des Echo, afin d'expliquer la seconde partie de cette Proposition, qui consiste à trouuer des Echos en toutes sortes de lieux.

Ie dy donc que l'on trouue des Echo en toutes sortes de lieux où il y a quelque muraille, dont on peut s'esloigner de 12, 24, 48, ou dauantage de toises: & si l'on peut s'esloigner autant de la surface de la terre en montant en haut, & que la ligne vocale tombe perpendiculairement, l'on entendra aussi des Echos. I'ay dit *perpendiculairement*, d'autant que la voix qui tombe obliquement sur vn plan poli, ne reuiert pas à celui qui parle, puis qu'elle se reflechit par des angles esgaux à ceux de son incidence, comme i'ay expliqué dans le liure des Sons, Proposition vingt-sept & vingt-huict. Mais parce que les murailles ne sont pas polies, il peut arriuer que l'Echo retourne à celui qui parle, encore que le plan du mur ne recoiue pas entierement les lignes vocales perpendiculaires, comme il arriue à la lumiere qui rejait de tous costez à la rencontre d'un corps brute & raboteux. Or l'experience fera voir tout cecy si claiement à ceux qui la voudront faire, qu'il n'est pas necessaire d'en parler dauantage.

COROLAIRE I.

La lieuë dont ie me fers icy, & es autres lieux de cet oeuvre, est esgale à celle des banlieuës de plusieurs villes, par exemple à celle de la coustume d'Anjou,

article 22. laquelle luy donne mille tours de rouë chacun de 15 pieds de Roy; & parce que la voix fait 162 toises dans vne seconde, & que l'on donne 7200 de ces lieues au circuit de la terre, il s'en suit qu'une voix assez forte feroit quasi le tour entier de la terre dans 30 heures, & que si les Seigneurs souverains vouloient mettre des postes de la voix, ou d'autres bruits, qu'ils pourroient avoir des nouvelles en moins de deux iours de tout ce qui se passe sur la terre.

COROLLAIRE II.

L'on peut sçavoir de combien vne voix est plus forte l'une que l'autre par le moyen de l'Echo, car si l'une n'a la force que de faire repeter 4 syllabes, & l'autre 8, celle-cy sera plus forte de moitié, & ainsi des autres. Où il faut remarquer que plusieurs ne peuvent se persuader que la voix forte n'aille point plus viste que la foible: mais ils quitteront cette opinion à la premiere experience qu'ils en feront, soit que le son se fasse par le seul battement de l'air, ou par les images de la voix que l'on appelle intentionelles.

La mesme chose arriue aux cercles de l'eau, qui ne se font pas plus viste quand on la frappe plus fort.

L'on peut encore deduire beaucoup de conclusions de nos espreuves, par exemple, que le son de l'Echo qui reuiert est aussi viste que celui qui y va, & que la voix va aussi viste à la fin de sa course qu'au commencement, ce qui semble merueilleux, soit que le son se fasse par les encyclies ou cercles que l'on s' imagine dans l'air, semblables à ceux qui se font dans l'eau, ou par le moyen des atomes & petits corps que l'on s' imagine sortir de la bouche, ou se rencontrer dans l'air, ou que l'air estant vne fois esbranlé prenne de luy-mesme vn mouvement naturel qui ait tousiours vne esgale vitesse, comme il arriue aux retours des chordes qui sont tousiours esgaulx, &c. Car d'où vient que les plus grands vents du monde, quoy que contraires, n'empeschent point la vitesse des sons? & que la violente impression que font les coups de canon, & des foüets des chartiers ne meut point l'air plus viste que la moindre impression de la voix? Si les bruits remplissoient l'air dans vn moment, comme fait la lumiere, l'on en vseroit pour les expliquer, mais puis qu'ils employent d'autant plus de temps à s'estendre dans l'air, qu'ils sont plus esloignez, ie ne sçay comme l'on peut expliquer cette difficulté: quoy qu'il en soit, il est certain que nos observations sont veritables, & bien exactes: ce que l'on auoüera lors qu'on les aura faites.

Il laisse plusieurs difficultez que l'on peut semblablement résoudre par l'experience, par exemple, si le boulet du canon va plus ou moins viste que la balle de mousquet ou de pistolet, & combien il est long-temps à monter & à redescendre estant tiré perpendiculairement, &c. ce qui est aisé d'observer par le moyen de nostre horologe, qui peut seruir pour sçavoir combien il fait de toises en montant, pourueu que l'on apperçoie le commencement & le temps de son retour, ou de sa cheute: par exemple, si l'on tire dans vne nuit obscure, & que le boulet soit rougi ou couuert de feu d'artifice, l'on remarquera le moment qu'il commence à tōber; & si sa cheute dure 2 de minute, c'est à dire 50 secondes, il est certain que le boulet aura monté deux lieues entieres, puis qu'il doit descendre 800 toises dans 50 secondes selon nos observations precedetes, qui peuvent estre examinees en plus grand volume par cet essay: mais il faut choisir vn temps

Des mouuemens & du son des chordes. 217

vn temps fort calme, afin que le boulet ne fasse nul angle que le droit en retombant : quoy que l'on puisse icy former vn doute qui empesche la certitude de l'experience, à sçauoir si l'impression precedente, qui a poussé le boulet en haut, ne dure point encore au commencement, ou tout au long de la cheute, de sorte qu'elle retarde vn peu son mouuement naturel suiuant le peu de vigueur qui luy reste : car il n'est pas necessaire que l'impetuosité violente cesse entièrement lors qu'il descend, mais il suffit que la pesanteur ou l'inclination naturelle qu'il a de retourner en bas, ou que l'attraction de la terre vainque ladite impetuosité : or l'on peut experimenter ce qui en est, en remarquant si le boulet qui retombe ainsi descend moins viste que si on le laissoit tomber de mesme hauteur, sans qu'il eust esté poussé en haut par la violence du feu, ou par quelque autre impression : par exemple, si l'on iette vne pierre 48 pieds en haut, & qu'elle retombe dans 2 secondes, comme elle fait lors qu'on la laisse cheoir de cette hauteur, l'on peut dire que l'impression violente est entierement esteinte au moment qu'elle commence à retomber, ou du moins que cette impression est si affoiblie qu'elle n'est nullement considerable.

COROLLAIRE III.

Encore que j'aye experimenté les Echo en plusieurs lieux, il n'est pas neantmoins hors de propos de marquer les principaux dans cette Proposition, à sçauoir la maison de Monsieur d'Ormesson, situee dans la valee de Montmorency, celles de Monsieur de Verderonne, où j'ay mesuré assez exactement la distance necessaire pour faire respondre tant de syllabes que l'on voudra à toutes sortes de corps, qui sont disposez pour renuoyer & reflechir le son iusques au lieu où il a premierement esté produit. Où il faut remarquer que ie n'entreprends pas icy faire des demonstrations Geometriques, mais seulement d'expliquer nos obseruations, & d'en tirer quelques conclusions qui puissent seruir aux meilleurs esprits pour passer plus auant. Or nous auons fait respondre 14 syllabes la nuit à celuy d'Ormesson, en nous esloignant assez, quoy que de iour il n'en puisse respondre que 7, avec la mesme force du son que l'on fait de moitié plus près : d'où l'on peut conclure que le iour empesche quasi la moitié de l'estenduë & de la portee de la voix.

COROLLAIRE IV.

Si le son se fait ou s'estend par des cercles de l'air semblables à ceux qui se font dans l'eau que l'on frappe, & qu'il soit permis de iuger de la densité de l'air & de l'eau par la comparaison des vitesses de leurs cercles, l'on trouuera que l'eau est du moins mille fois plus dense que l'air, d'autant que le cercle de l'eau ne s'estend tout au plus que d'un pied depuis son centre iusques à sa circonférence, tandis que le cercle qui porte le son s'estend mille pieds : ce qu'il est aisé d'esprouer par le moyen de nostre horloge à secondes, car les cercles de l'eau n'auancent & ne croissent que d'un pied dans le temps d'une seconde, dans laquelle la voix fait près de mille pieds ; & si l'on suit la raison doublee ou la triplée d'un à mille, l'eau sera vn million ou vn trilion de fois plus espaisse & plus corpulente que l'air. Mais il n'est pas certain que le son se fasse par lesdits cercles de l'air, & quand cela seroit certain, l'on auroit encore sujet de douter s'il

faudroit comparer ceux de l'eau avec ceux de l'air, parce qu'il est certain que le son qui se fait sous l'eau ne se porte pas par les cercles visibles que nous voyons dessus, autrement le son employeroit autant de temps à venir du fond de l'eau iusques à l'oreille, comme les cercles à s'estendre par vn espace esgal : ce qui n'arriue pas, puis qu'il semble que le son fait sous l'eau s'entend aussi viste que celui qui se fait dans l'air, soit que l'on plonge l'oreille sous l'eau, où se fait le son, ou qu'elle demeure dans l'air, comme nous auons experimenté. D'où l'on peut conclure que le son se fait, tant dans l'air que dans l'eau, par vn mouuement & par des cercles inconnus, & que la qualité de cette impression n'est pas moins inuisible que celle des missiles : car si le son se produit par des cercles semblables à ceux de l'eau, comme peut-il arriuer que les vents contraires qui semblent se faire par d'autres cercles contraires, ne retardent point le son : ce qui est aussi mal-aisé d'expliquer par les images que l'on appelle *especes intentionnelles*, puis que l'on auoüe qu'il est necessaire qu'elles soient accompagnées du mouuement, & des cercles de l'air.

COROLLAIRE V.

Lors que l'on fait l'experience de l'Echo, ou des autres choses qui consistent à obseruer le temps & à regler les secondes minutes, il faut seulement tirer le poids attaché à la chorde iusques à l'angle de 45 degrez, qu'elle fera avec sa perpendiculaire, c'est à dire avec la ligne perpendiculaire au plan sur lequel on est lors qu'on fait l'obseruation ; parce que si on la tire iusques à ce qu'elle fasse vn angle droit avec ladite perpendiculaire, son tour dure vn peu plus d'une seconde ; de sorte que celui qui la tirera iusques à cet angle, sera assuré que la voix ira du moins aussi viste qu'une seconde, & mesmes vn peu plus viste.

COROLLAIRE VI.

Puis qu'il y a des lieux qui ramassent mieux la voix, & qui renuoyent vne plus grande quantité de lignes vocales à l'oreille les vnes que les autres, il est certain qu'il se peut rencontrer des lieux tellement disposez, que le second ou le troiesme, quoy que plus esloigné, repetera plus fort que le premier, comme l'on peut establir ; miroirs, dont le 2 ou le 3 plus esloigné reflechira vne plus grande quantité de rayons que le premier plus proche.

Mais ie ne croy pas qu'il soit possible de faire des Echo qui respondent en autre langue, ny d'autres syllabes que les mesmes que l'on prononce, n'y ayant nul ressort lequel puisse estre debandé pour former de nouvelles syllabes par le mouuement de l'air qui fait le son, puis que ce mouuement d'air est insensible, lors qu'il arriue aux lieux qui reflechissent, lesquels ne renuoyent tousiours que les mesmes syllabes qu'ils reçoient, quelque forme ou figure qu'on leur puisse donner : de sorte que l'on ne peut pas faire tant de varietez avec l'Echo qu'avec les miroirs, ou avec les verres, si la nature ne nous enseigne d'autres phenomenes que ceux que l'on a remarqué iusques à present.

L'on peut neantmoins faire que les syllabes & les dictions que respondra l'Echo appartiennent à deux ou plusieurs idiomes, comme ie monstre dans le 7 Corollaire, qui peut seruir pour faire trouuer de nouvelles inuentions par le moyen des Echo.

COROLLAIRE VII.

Expliquer la maniere de faire des Echos qui respondent d'un autre langage que celui qu'ils reçoivent.

IL y a plusieurs idiomes qui ont quelque ressemblance, & dont certaines syllabes ou dictions ont vne telle correspondance, que l'Echo peut répondre d'un autre idiome que celui dont on use en luy parlant : & c'est peut-estre ce qui a fait dire à quelque Autheur que les Echo peuuent répondre en François à celui qui parle Espagnol ; ce qui sera plus aisé d'entendre par l'exemple qui suit, lequel a seruy à Tournon durant les honneurs funebres rendus à Henry IV. dans l'Eglise de S. Iulian le 30 Iuillet 1610, que par vn plus long discours : car les dernieres syllabes de cet Epitaphe Grec Anapestique & Acrostique font ce quatrain François pour la responce de l'Echo.

, *Helas qui ne gemit vn Heros si vaillant ?*
 , *Henry mort à Paris gist icy sous la lame,*
 , *Je faus, cy ne sont qu'os, sus à repos son ame,*
 , *Mais viuant en Louis à tous la paix donnant.*

E	ρέφει χυτῆς σκυθρὸς ὁδ' αἰ λᾶς ;	Helas
P	ῆσις ὅτεν ; ἀγων θήκη ναὶ γέμει ,	Qui ne gemit ?
P	ῆσιν, ὃν ὁμοκλᾷ ἦχε σὺς, οὐδ' ἔρω ;	Vn Heros
I	ειν, αἰδ' πόσης κείνοσι, βαλίαν ;	si vaillant ?
K	σον δ' ὄνομα τίς ὃ ἦ ἐνρει ;	Henry
O	ια ὃ ἔπαθεν δεινόμορσι, πάρης ,	mort à Paris
Σ	ορὸς ὅ ; αἰ αἰ ! τίς ὃ γηθήσῃ ;	gist icy
B	ασιλεὺς ! ἵν' ἀγρῇ υἱὸς σου ἀλλά με :	sous la lame,
O	υκ ἔστιν ὅλας ζῶης τῶγε φῶς ;	Je faus,
P	ᾧ μὲν ὃ δεινὰ ὅς σεύε σ' ὄγκος ;	cy ne sont qu'os :
B	ῆ νοὺς ποθ' : ἀχρεὺς ἔχῃ σου ἀρρεπῶς :	sus à repos
O	στις αἰὼ φέρε λίπε δ' εἰσπονά με ;	son ame,
N	εκὺς εἰ ὦδε, δεῖ ἐς τὸν ἄμεσ βίβα :	Mais viuant
I	να ; ὅχι σεγδ' λίβεσ' αἰ λούις .	en Louis
O	λοιὺς ἀγαθὸν ὃ δρᾷσι ἀγαθοὺς ;	à tous
Σ	υεχθ' πῶς ὡς καλὰ παῖς, δῶ ναῖ .	la paix donnant.

Or bien qu'il faille vn peu aider à la lettre, comme l'on dit ordinairement, neantmoins la rencontre en est gentille ; & il suffit qu'il y ait quelques responses sans estre forcees, comme est la premiere *helas*, pour faire voir qu'un homme qui n'entend que le François, peut entendre le sens des paroles de l'Echo, quoy qu'il responde en Grec.

COROLLAIRE VIII.

Puis que les Echo se rencontrent en toutes sortes de lieux où il y a des murailles, il est à propos que ceux qui aiment la Philosophie en fassent eux-mesmes

l'experience, sans se fier aux nostres, que ie ne donne pas si reglees que l'on n'y puisse remarquer quelques toises de plus ou de moins, lors qu'il est question de la distance du lieu où se fait le bruit, iusques au lieu qui reflechit: i'ay dit de plus ou de moins, parce qu'il est certain que bien que la voix fasse 81 toises en allant & autant en reuenant, dans le temps d'une seconde minute, il peut neantmoins arriuer que l'on remarquera quelques toises de plus ou de moins en de certaines experiences, suiuant la rareté, ou la densité, & les autres alterations de l'air: ce que l'on cognoistra aux Echo qui se font à trauers les fossez pleins d'eau, les estangs, les riuieres, & les marests, & à trauers les terres seiches.

Si la vitesse des Echo, c'est à dire des bruits reflechis, suiuit celle des bruits qui se font tout droit sans reflexion, il faudroit s'esloigner de 115 toises, c'est à dire de 34 toises dauantage, des murailles qui renuoyent le son, parce qu'il fait 230 toises dans vne seconde minute, suiuant l'experience que nous auons faite de 1152 toises, qu'il fait dans le temps de cinq secondes: mais il se peut faire que cette differēce de vitesse vienne de ce que le son droit ne va pas si viste aux cent premieres toises qu'aux suiuanes, & qu'il ne fasse que 162 toises dans la premiere seconde, & 247 1/2 toises dans chaque autre seconde: dont nous donnerons la resolution apres l'auoir experimenté tant aux sons droits qu'aux reflechis, car si l'esloignement de 81 toises fait l'Echo de 7 syllabes prononcees dans vne seconde, & qu'il faille augmenter cet esloignement de 123 toises & 1/2 pour entendre l'Echo, ou la repetition de 14 syllabes prononcees en deux secondes, il faudra conclure que le son droit & reflechy vont d'une mesme vitesse, & qu'ils ne vont pas si viste au commencement comme ils vont apres.

COROLLAIRE IX.

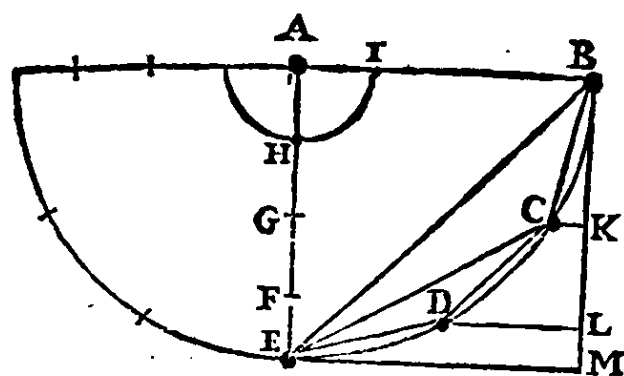
Lors que i'ay dit que la chorde de 3 pieds & demy marque les secondes par ses tours ou retours, ie n'empesche nullement que l'on n'accourcisse la chorde, si l'on trouue qu'elle soit trop longue, & que chacun de ses tours dure vn peu trop pour vne seconde, comme i'ay quelquefois remarqué, suiuant les différentes horloges communes ou faites exprez: par exemple, le mesme horloge commun, dont i'ay souuent mesuré l'heure entiere avec 3600 tours de la chorde de 3 pieds & demy, n'a pas fait d'autresfois son heure si longue: car il a fallu seulement faire la chorde de 3 pieds pour auoir 900 retours dans l'vn des quarts d'heure dudit horloge: & i'ay experimenté sur vne montre à rouës faite exprez pour marquer les seules secondes minutes, que la chorde de 2 pieds & demi ou enuiron faisoit ses tours esgaulx ausdites secondes. Ce qui n'empesche nullement la verité ny la iustesse de nos obseruations, à raison qu'il suffit de sçauoir que les secondes dont ie parle, sont esgales à la duresse des tours de ma chorde de trois pieds & demy: de sorte que si quelqu'un peut diuiser le iour en 24 parties esgales, il verra aisément si ma seconde dure trop, & de combien elle est trop longue.

PROPOSITION XXII.

Expliquer plusieurs circonstances & proprietéz des Mouuemens, tant naturels que violens, soit obliques, ou perpendiculaires : où l'on voit l'examen des pensees & des experiences de Galilee sur ce sujet.

Encore que j'aye desia parlé des Mouuemens naturels qui se font sur les plans inclinez, dans le second liure, neantmoins les pensees du sieur Galilee jointes à nos obseruations meritent cette Proposition.

Or il dit à la fin de ses Dialogues qu'un quart de cercle estant disposé com-



me ABE, la boule parfaitement ronde & polie descend & roule en mesme temps, c'est à dire aussi-tost de B en E par le quart de cercle, que du point C, ou D, ou de tel autre point que l'on voudra, pour proche qu'il puisse estre du point E, ou du moins que la difference des temps n'est pas sensible : ce qu'il faut examiner auant que de passer outre.

Je dy donc premierement qu'ayant disposé vn crible suiuant son intention, toutes les experiences montrent que la boule descend plustost de C, ou de D, ou de quelqu'autre point plus bas, en E, que du point B, & que la difference des temps est assez sensible pour estre apperceuë. Surquoy il faut remarquer que les inegalitez qui peuuent estre sur les costez du crible, ou sur la boule, ne peuuent pas halter le mouuement de la boule qu'elles retarderoient plustost. Or le crible qui a seruy à nos experiences a 21 pouce en diametre, ou enuiron, & 16 pouces dans la courbeure de son quart représenté par le quart de cercle BE.

En 2 lieu, ie dis qu'une boule d'or pur, dont le diametre est enuiron de 5 lignes, & la pesanteur de demie once, & demi gros, moins deux grains & demi, fait dix tours & autant de retours sur les bords du crible, auant que de se reposer en E, lors qu'elle roule depuis le point B : quand elle roule depuis 45 degrez, elle fait 8 tours & autant de retours : lors qu'elle descend de 10 degrez, elle en fait 5 ; & lors qu'elle descend seulement de 2 degrez, elle en fait deux ; ce qui s'entend tousiours de chaque costé.

En 3 lieu, quand elle descend de 90 degrez, c'est à dire du point B iusques en E, elle remonte de l'autre costé iusques à 70 degrez ; & lors qu'elle y reuient pour la seconde fois, elle monte iusques à 45 degrez ; & puis elle monte iusques au 45, 35, 30, 20, 15, 10, 5, & 2 degrez au 3, 4, 5, 6, 7, 8, & 9 retour qu'elle fait du costé gauche.

Mais lors que la boule est plus pesante, comme est celle de plomb, dont le diametre est d'un pouce, elle fait vn plus grand nombre de tours & de retours, car cette boule en fait 12 de chaque costé : au lieu que la boule de sureau de mesme grosseur que celle d'or, & qui ne pese qu'un grain & demi, ne fait que 4 tours & autant de retours auant que de se reposer, lors qu'elle tombe de B en E ; quoy qu'elle monte de l'autre costé iusques à 55 degrez, elle ne fait que 2 retours en tombant de 10 degrez, & vn seul en descendant seulement de 2 degrez.

Je laisse aux Geometres à determiner de combien chaque degré augmente ou diminue lesdits retours, car les experiences sont grossieres pour ce sujet.

En 4 lieu, ces retours sont semblables en plusieurs choses à ceux des poids attachez à la corde qui va d'un costé & d'autre, d'ot j'ay parlé cy-deuant: car la boule descend naturellement & monte violemment dans le crible, cōme elle fait estāt suspendue à la corde, & est autant de temps à monter qu'à descendre, à chaque tour qu'elle fait; c'est à dire que le tour composé de sa descente & de sa montée estant diuisé en 2 temps esgaux, laisse la descente d'un costé & la montée de l'autre: mais si l'on compare l'un des derniers tours avec l'un des premiers, par exemple, celui de C en E à celui de B en E, on trouuera que celui-là se fait plustost que cetuy-cy: ce qui arriue aussi à la corde, dont les moindres retours se font plustost que les plus grands, quoy qu'il semble que leurs temps ne soient pas si differens que ceux des retours des boules qui roulent dans le quart de cercle. Il faut neantmoins remarquer qu'il y a moyen de rendre la difference de ces temps sensible dans la corde, comme j'ay fait plusieurs fois; encore qu'on n'apperçoie pas ordinairement cette difference dās les experiences grossieres que l'on en fait, suiuant lesquelles il faut entendre ce que j'ay dit en d'autres lieux, à sçauoir que tous ses retours se font en temps esgal.

En 5 lieu, il y a de l'apparence que les mouuemens violens des missiles que l'on iette avec la main ou autrement, se diminuent en mesme raison que les mouuemens naturels s'augmentent, puis que la boule remontant dans le quart de cercle du crible, ou dans celui que fait la corde, diminue sa violence, & son mouuement en mesme raison qu'elle auoit augmenté son mouuement naturel de B en E, & que la pierre ietee en haut perpendiculairement avec la main est aussi long-temps à monter qu'à descendre: d'où l'on peut tirer plusieurs conclusions fort viles pour les Mechaniques, qui meritent vn traité particulier.

L'adiouste seulement que si toutes sortes de missiles diminuent leur vitesse en mesme raison que le mouuement naturel augmente la sienne, l'on peut dire combien ils doiuent monter en haut, supposé que l'on sçache le temps qu'ils employent à faire la premiere partie de leur chemin: par exemple, puis que l'experience enseigne que la bale d'arquebuse, qui porte cent toises de blanc en blanc, fait lesdites cent toises dans le temps d'une seconde & demie, elle employe 21 seconde & demie à monter; posons neantmoins qu'elle n'employe que 21 seconde pour faciliter le calcul: Je dy qu'elle montera perpendiculairement 832 toises & vn pied, comme il est aisé de conclure par la 5 Proposition du 2 liure, où l'on en voit la demonstration dans vne table particuliere: par consequent la bale ne montera que 12 pieds dans la 21 ou derniere seconde, car la raison des vitesses du mouuement violent est inuerse de celle du mouuement naturel. Par où l'on peut encore conclure combien la grande portee de 45 degrez surpasse la perpendiculaire, par exemple, si la grande portee est 9 ou 10 fois plus grande que celle de blanc en blanc, elle surpassera la perpendiculaire de 60 ou de 160 toises: L'on peut aussi dire combien la pierre que l'on iette en haut ira loin, si l'on cognoist la vitesse de la main qui lasche la pierre: quoy qu'il faille premierement sçauoir la resistance de l'air comparee à la pierre: car de deux boules, ou autres missiles de differente grosseur, & de mesme matiere, la plus grosse surmonte l'air plus aisément, à raison que sa

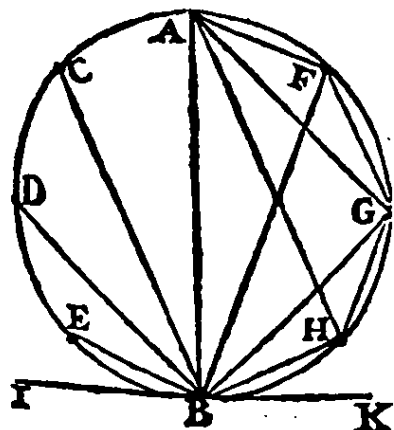
Des mouuemens & du son des chordes. 223

surface touchemoins d'air à l'esgard de sa solidité que la surface de la moindre boule à l'esgard de sa solidité; par exemple, la boule d'un pouce en diametre, dont la pesanteur est d'une once, ayant 1 de surface, celle dont le diametre est de 2 pouces a 4 de surface, & par consequent cette boule est empeschée comme 4 par l'air, & la moindre comme 1; mais la motion imprimée dans la plus grosse est comme 8, & celle qui est dans la moindre n'est que comme vn, puis que ces impressions se font dans toute la solidité des boules: d'où il arriue que la plus grosse, quoy que ietée d'une mesme vitesse que la moindre, peut neantmoins aller plus loin: ce qu'il faut encore appliquer aux corps de mesme grandeur, dont les vns sont plus legers que les autres. Or le plus gros corps ayant 3 degrez de force, & n'ayant que 4 degrez de resistance opposee, il luy reste encore 4 degrez de force, au lieu que le moindre n'a qu'un degre de force & autant de resistance opposee: ce qui peut troubler & empescher ce que j'ay dit de la vitesse & de la longueur du mouuement violent comparé au mouuement naturel.

Or j'ay seulement dit que cette raison des diminutiōs a de l'apparence, parce que tous les phenomenes ne respondent peut estre pas à ces diminutions, par exēple, les bales & boulets d'armes à feu & les autres missiles iettez en haut ne font pas de si grands effets en retōbant, cōme ils font en sortant de l'arquebuse, du canon, & des arbalestres, comme croient plusieurs: l'on peut voir cependant si les boules que l'on fait rouler sur le plan horizontal gardēt la raison susdite en diminuant leur vitesse: mais ces difficultez meritent des traitez entiers.

La seconde chose que remarque Galilee, consiste aux mouuemens qui se font sur les plans appliquez dans le quart, ou dans le demi cercle, car il assure que la boule descend aussi viste par le plan A E, que par le plan C E, ou D E, ou tel autre qu'on voudra, quoy qu'il ne contienne qu'un degre: surquoy nous auons fait beaucoup d'experiences qui ne nous satisfont pas, c'est pourquoy il suffit de voir celles qui sont expliquees dans la 7 Proposition du 2 liure, d'où l'on pourra tirer la solution de cette difficulté, iusques à ce que nous rencontrions des machines assez grandes pour rendre la difference des temps assez sensible.

Il adioust que la boule descend par le diametre entier du cercle en mesme temps qu'elle descend sur tel plan incliné que l'on voudra appliqué dans le demi-cercle, ou dans le quart de cercle; par exēple, qu'elle descend aussi-tost d'A en B, dans cette 2 figure, que de C, ou de D, ou d'E en B: dont la raison est



qu'elle a d'autant moins d'inclination à descendre, qu'elle est plus proche du centre, & qu'elle est plus soustenuë par le plan. Je laisse les autres raisons expliquees dans la susdite 7 Proposition, auxquelles on peut adioster que la partie de la boule, selon laquelle elle est portée & soustenuë par le plan, peut estre cōsideree comme le contrepoids de la partie qui n'est pas soustenuë, selon laquelle elle veut tomber.

La 4 chose qu'il remarque consiste dans le rapport des cheutes par le quart de cercle, & par les plans qui y sont appliquez: car il maintient que la boule roule pluost de G en B par le quart de cercle entier, que par le plan G B, ou H B, ou tel autre plan que l'on voudra, quoy qu'il ne courist qu'un degre.

Il adioute enfin que la boule descend plustost de G en B par les deux plâs G H & H B, que par le seul plan G B, quoy que plus court; ce qu'il doit aussi cōclure de 3, 4, ou tant de plans droits que l'on voudra, parce qu'ils approchent plus de la courbeure du quart de cercle, par exemple, elle doit plustost descendre sur les 6 costez du plan de 2 4 costez inscrit dans le cercle, que par les 3 costez du plan de 12 costez, & ainsi des autres: d'où il s'ensuit qu'elle doit plustost tomber par le quart de cercle G B, que d'A en B, puis qu'elle tombe de C, de D, ou d'E en B en mesme temps que d'A en B; elle doit aussi plustost tomber de G en B par les 2 plans G H & H B, que d'A en B par la mesme raison: Or l'on peut supputer suiuant ses principes & nos obseruations, de combien elle tombe plustost en roulant sur 2 ou plusieurs plans, que sur vn seul iusques en B. Quant à la cheute par le quart de cercle, elle se fait iustement en mesme temps que la cheute perpendiculaire, qui se fait par vne ligne droite esgale audit quart prise dans le diametre, par exemple, si le diametre a 14 pieds, le quart de cercle en aura onze, & consequemment il s'en faudra 3 pieds que la boule ne fasse le diametre entier en mesme temps qu'elle roulera par le quart de cercle, c'est à dire qu'elle doit commencer à descendre 3 pieds plus bas que le haut du diametre pour esgaler le temps de la descente par le quart de cercle: ce qui semble merueilleux, attendu qu'elle ne descend pas plus viste perpendiculairement que circulairement, puis qu'elle fait vn chemin esgal en mesme temps, quoy qu'elle s'approche plus du centre par la perpendiculaire d'onze pieds, que par les onze pieds du quart de cercle, lequel n'ayant que 7 pieds de hauteur est surmonté de 4 pieds par la hauteur perpendiculaire. Mais si elle descendoit tousiours en mesme temps par chaque partie du quart de cercle, pour petite qu'elle peult estre, par exemple par le dernier degré, elle seroit aussi long-temps à s'approcher du centre la longueur d'une ligne que celle d'onze pieds, &c. comme elle est en descendant sur les plans droits: Surquoy l'on peut esperer les lumieres que donnera le sieur Galilee dans son liure du Mouuement.

COROLLAIRE I.

Ceux qui voudront obseruer la vitesse de la bale d'arquebuse, dont nous auons parlé, doiuent vsfer de la mesme poudre tant en qualité, qu'en quantité, s'ils veulent trouuer le mesme temps de sa vitesse de blanc en blanc, autrement sa portee pourra estre plus ou moins viste que la nostre, par exemple, la poudre grossiere qui se bat 4 heures, & que l'on fait de 3 liures de salpestre de deux cuites, de demie liure de charbon de bois de coudre, ou d'aulne, & d'autant de soufre, ne fera pas vn si grand effet que la fine poudre que l'on fait d'un salpestre de 3 cuites, & que l'on bat 6 ou 8 heures.

Or l'essay fait avec plusieurs charges de poudre esgales en quantité, mais inegales en qualité ne seroit par inutile pour considerer les differentes violences, vitesses, & effets de chaque sorte de poudre; & l'on verroit si ces effets se rapportent à ceux de l'instrument à rouë dont on vse ordinairement pour esprouuer la force des differentes poudres.

COROLLAIRE II.

De la diminution des mouuemens violens.

Toutes les experiences enseignent que la vitesse des mouuemens violens se diminuë en mesme raison que celle des naturels s'augmente; de sorte que si l'on diuise le chemin que fait le missile, par exemple, la pierre ou le boulet iettez en haut, en six parties respondantes aux six parties esgales du temps, ou de la duree de leur mouuement, & que le temps soit de six secondes minutes, le missile fera vnze parties de son chemin dans la premiere seconde, neuf dans la seconde, sept dans la troisieme, cinq dans la quatrieme, trois dans la cinquieme, & vne dans la sixieme; ce que l'on peut remarquer à la boule que l'on fait rouler sur vn plan horizontal. Mais quand le missile monte perpendiculairement, sa pesanteur accourcit vn peu son chemin; par exemple, si l'on s' imagine que la surface de la terre soit le centre de plusieurs tours & retours d'vn boulet qui se reflechiroit plusieurs fois bien haut, s'il estoit d'vne matiere si dure, & s'il tomboit perpendiculairement sur vn plan si dur, que l'vny l'autre ne cedast nullement, le boulet se reflechira quasi aussi haut que le lieu dont il sera descendu, & diminuera peut-estre la hauteur de ses reflexions en mesme proportion que le poids attaché à vne chorde diminuë ses retours, ou que la chorde d'vn Luth diminuë les siens: Or le premier retour du poids suspendu à vne chorde ne se diminuë tout au plus que d'vne soixantiesme partie, de sorte que si vn boulet tomboit de mille toises de haut, il remonteroit pour le moins 834 toises la premiere fois: d'où ie coniecture que la pesanteur d'vne bale d'arquebuse ne diminuë gueres sa portee perpendiculaire, si ce n'est que la rencontre perpendiculaire de l'air empesche beaucoup plus que la circulaire. L'on peut encore appliquer cette reflexion & ce retour à la pierre que l'on ietteroit en haut, si l'on estoit au centre de la terre, car elle retourneroit quasi aussi haut vers les Antipodes, comme l'on l'auroit ietee de nostre costé. A quoy il faut adiouter les retours des boules qui se font sur le bord du crible, dont nous auons parlé, & tous les autres mouuemens violens qui se peuuent rapporter à ses tours & retours.

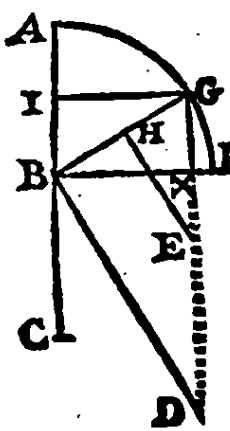
COROLLAIRE III.

Cette proportion de la diminution de la vitesse violente, & de l'augmentation de la naturelle estant posee, il ne faut pas s'estonner si l'on n'apperçoit pas retomber les bales de mousquet tirees perpendiculairement, puis qu'elles font du moins 60 toises à la derniere seconde de leur cheute; c'est pourquoy lors que l'on en fait l'essay, il seroit à propos de s'armer à l'espreuue du mousquet, ou de se mettre en lieu où l'on ne puisse estre blessé. Or nous traiterons plus amplement de ce sujet, apres auoir iustifié plusieurs experiences qui sont necessaires pour la deduction de plusieurs conclusions fort viles, tant pour la Speculation que pour les Mechaniques.

COROLLAIRE IV.

Lors que Galilee a conclu que la boule roule en mesme temps sur toutes

fortes de plans appliquez dans le demi-cercle, comme nous auons montré dans les deux figures precedentes, il s'est sans doute appuyé sur ce que toutes les lignes tirées du haut de chaque plan vers le centre de la terre, & comprises entre la ligne tirée perpendiculairement par le bas du plan iusques à ladite ligne, sont esgales au diametre du cercle; par exemple, la ligne GD comprise entre G & D, est esgale au diametre du cercle AF, & l'on trouuera tousiours la



mesme chose : de sorte que toute sa speculation est fondee sur ce que la boule descend en mesme temps d'A en B, qui represente le plan vertical, que par l'incliné de G à B, & de G à E en mesme tēps que de G à H. Mais il suffit de lire ce que j'ay remarqué dans la septiesme Proposition du second liure, & particulierement en la page cēt vnze, où l'on voit plusieurs experiēces bien exactes sur ce sujet : Par lesquelles on peut conclure que la boule est plus empeschée par l'air oblique, que par le perpendiculaire, si le mouuement se fait iustement en temps esgal sur toutes sortes de plans appliquez au demi-cercle : & bien que les experiences ne s'y accordent pas entierement, peut estre que Galilee en pourra reietter la cause sur ce que les plans & les boules n'ont pas vn poli parfait, ny la dureté requise, ou sur les differens empeschemens de l'air. Quoy qu'il en soit, il seroit, ce semble, à desirer que la iustesse de cette proportion se rencontrast, à raison de la grande multitude des merueilleuses consequences que l'on en tire : tant y a que pour trouuer la cheute perpendiculaire de la boule, il faut seulement prendre le diametre du cercle, auquel le plan incliné est appliqué.

PROPOSITION XXIII.

Expliquer plusieurs choses qui se peuvent tirer de tout ce qui a esté dit dans ce liure.

ENcore qu'il soit tres-aisé de conclure beaucoup de choses de ce que nous auons dit dans ce 3 liure, neantmoins i'en veux donner des exemples pour en faciliter la methode; & pour ce sujet ie dy premierement qu'il est aisé de dire le nombre des boyaux dont chaque chorde de Luth, de Viole, ou d'un autre instrument est faite, par le son qu'elle fait : car apres auoir considéré le son de celle qui n'a qu'un boyau, l'on sçait la raison de son ton avec celui des autres chordes de telle grosseur qu'on voudra, soit qu'elles ayent vne mesme ou differente longueur & tension, pourueu que l'on cognoisse ladite tension & longueur : par exemple, si celle d'un seul boyau longue d'un pied & tendue par vne liure fait l'*vi de C sol*, & que celle de deux pieds tendue par sept liures descende vne Octaue, il est certain qu'elle est composee de trois boyaux, parce que si elle n'estoit tendue que par quatre liures, elle n'auroit qu'un boyau, puis que la tension est en raison doublee des sons, lors que les chordes sont d'esgale grosseur : & parce qu'outre cette double longueur, la grosseur est triple, il faut encore tripler le poids ou la tension de la chorde d'un boyau pour auoir la tension de sept liures.

En second lieu, l'on peut dire en quelque maniere que la chorde d'une longueur, grosseur, & tension, cogneuë, est vn tel, ou vn tel son, par exemple, que la chorde de douze boyaux longue de quatre pieds, & tendue de quatre liures

Des mouuemens & du son des chordes. 227

est le ton de chapelle, &c. ou *i'ut du C sol*, ou le son quarante-huit, à raison de quarante-huit fois que cette chorde bat l'air dans le temps d'une seconde minute, & la chorde qui bat soixante fois l'air dans cette seconde, peut estre appelée *tierce minute*, puis que chacun de ses tours ou batemens dure vne tierce minute.

Ce que l'on peut semblablement conclure des chordes dont nous vsons pour faire des horloges à secondes, car elles peuuent porter le nom du temps qu'elles mesurent, & celuy des sons qu'elles feroient, si les batemens de l'air, qu'elles font par leurs tours & retours, pouuoient affecter l'ouye : par exemple, la chorde qui fait chacun de ses tours dans vne seconde, descendroit six Octaues plus bas que celle qui en fait soixante-quatre en mesme temps.

En troisieme lieu, l'on peut dire que l'œil voit les sons & les concerts, lors qu'il voit le nombre des batemens de chaque chorde ; quoy que cette veüe appartienne plustost à l'entendement qu'à l'œil : & si l'on apperçoit le nombre des batemens avec la main, l'on peut dire que l'on touche les sons, & que chaque sens est vn espece de toucher, & de veüe. L'on peut enfin conclure que toutes sortes de batemens d'air produisent quelque son, soit que l'air frappe, ou qu'il soit frappé ; & que la determination de ces sons depend du nombre desdits batemens.

En quatrieme lieu, la vitesse, & la tardiueté du mouuement est indifferente au graue & à l'aigu des sons, parce que le mouuemēt de la chorde d'un Luth qui approche de son repos est extremement tardif, quoy qu'elle fasse le son aussi aigu qu'au commencement de son mouuement, lequel estoit mille fois plus viste ; de sorte qu'il n'y a que le seul nombre plus ou moins grand des batemens, ou tours & retours de la chorde contre l'air, ou de l'air contre la chorde, qui contribuent à l'aigu & au graue des sons.

Je laisse plusieurs autres considerations que l'on trouuera dans les liures des Instrumens, afin d'auertir de ce que contient le Traité des Mechaniques qui suit, & lequel j'auois promis à la fin de la quatrieme Proposition : mais j'ay du depuis iugé qu'il estoit plus à propos de le faire seruir à la cōclusion de ce liure.

Il faut donc remarquer que ie le mets icy au lieu de la cinquiesme Proposition du second liure des Mouuemens, laquelle il faut entendre & accommoder suiuant ce qui est expliqué & demonstré dans ce Traité, dans lequel on trouuera beaucoup de choses qui seruēt à determiner la force des chordes de Luth, & des autres instrumens : car outre la cognoissance de la puissance qui peut tirer, pousser, ou soustenir vn poids donné sur vn plan incliné à l'horizon, lors que l'angle d'inclination est cogneu, soit que la puissance qui tire ou soustient soit parallele au plan, ou qu'elle ne luy soit pas parallele, l'on y verra quelle force doiuent auoir deux chordes, ou deux appuis pour soustenir vn poids donné, & par consequent l'effet des poids attachez à la chorde de la premiere Proposition de ce liure, ou des poids pressans ou tirans la chorde donnée par vn point donné, de sorte qu'il faut accommoder tout ce que j'ay dit sur ce sujet, suiuant les demonstrations que l'on verra. Je laisse la maniere de faire vn engin qui puisse vaincre toute sorte de resistance, si elle n'est infinie, & plusieurs autres speculations merueilleuses, qui peuuent estre reduites à la pratique, & qui peuuent seruir pour expliquer les poids necessaires pour rompre toutes sortes de chordes, ou pour les faire plier tant que l'on voudra, à quelque point de la chorde que l'on vueille les attacher. Mais auant que de commencer ce Traité,

ie veux icy marquer les fautes qui se sont coulees en l'impression, & quant & quant celles des trois liures precedens, outre celles qui sont à la fin de la Preface au Lecteur.

Fautes de l'impression des trois liures precedens.

Page 10. l. 38. *lif. partie.* p. 15. l. 14. *Tadon.* p. 44. l. 14. apres le adioustez 3. p. 51. l. 1. *Oreade* p. 54. l. 32. *Schorro.* p. 59. l'Echo des Tuilleries est fait par vne muraille ronde, & non elliptique. p. 66. l. 35. *leur* pour *luy.* p. 88. l. 4. apres feroit *lif. deux fois.* p. 89. l. 9 au lieu de C *lif. E. l. 32. effacez s'il.* 36 *lif. O* pour D. l. 41. *les* quarrez. p. 90. l. 15. *s'est fait deuant* pour *se fait.* p. 92. l. 6. *vne.* l. 35. ou pour *uo* p. 93. l. 17. *marque* pour *manque* l. 29. effacez *qu'elle va.* p. 94. l. 17. *lif. 4.* pour 3. l. 18. pour 5. mettez 6. l. 24. *demi-cercle* pour *demi-diametre* & effacez 1. l. *derniere preenne* pour *prouue.* p. 95. l. penult. effacez à *sçauoir mesure* que l'arc approche de la ligne horizontale 90. l. p. 96. l. 19. apres *heures* adioustez de la surface de la terre iusques. p. 98. l. 30. apres *proportion* adioustez des *viteffes.* p. 99. l. 11. pour 10. *lif. 30. l. 13. lif. 3"* p. 101 l. 32. apres *somme* adioustez par exemple, si l'on veut *sçauoir le,* & apres 120. adioustez *impair.* & eff. dont. l. 33. apres 239. adioustez pour le 120. *nombre impair.* l. 34. apres 3. adioustez pour auoir 717 *pieds* que fera le poids dans la 120 *seconde.*

P. 102. l. 29. & apres, il faut remarquer que la bale ne fait que cent toises de blanc en blâc dans le temps d'une seconde & demie. p. 106. l. 23. il pour *qu'il,* côme p. 108. l. 35. p. 109. l. 11. apres *est* pour à la *lisez au temps de.* p. 112. l. 19. *qu'il* pour *qui.* p. 129. l. 18. pour 360 *lisez* 128; & de mesme. p. 130. l. 25. & 26. deux fois, & puis 28. p. 131. dans la Prop. *phenomenes.* p. 132. l. 23 pour *que* *lif. qu'en B. prolongé.* l. 26 effac. *est.* l. 34 apres D adioustez ou I D. p. 133. l. 28 H pour B. l. 40. G pour B. p. 134 l. 32 apres dans adioustez le. p. 135 l. 28 pour *avec le* *lif. ou.* p. 142 effacez depuis la l. 32 les 4 suivantes iusques à la diction, *l'autre,* parce que la bale de plomb d'esgale grosseur avec celle de bureau pese seulement 128; fois dauantage. p. 143 qui est mal cotee 243. l. 39 *merueilleusemēt.* p. 44. l. 2 effac. *ce. l. 24 precedentes.* p. 147 l. 4. *poids.* l. 20 *moindre* pour *moyenne.* l. 38 E pour D. l. 39 apres *l'autre* adioustez par. l. 41 eff. *elles.* p. 148 l. 18 apres B adioustez *celuy.* l. 19 C pour E. l. 20 apres *que la tangente.*

P. 149 l. 14 eff. *ne.* l. 24 K pour H. p. 176 l. 26 *pouces* pour *pieds.* p. 179 l. 35 pour ou d'autre *matiere,* *lif. & qu'ils.* p. 180 l. 21 pour il *lif. 12.* p. 181 l. 1 pour de l'Octaue *lif. du sapin.* p. 183 l. 16 le Cormier est plus pesât d'un quart d'once que le Sapin, trois lignes prez de la fin *seizefme* pour *sixiefme.* p. 203 l. 5. effac. *la.* p. 205 l. 20 *lif. qui montent plus haut.* l. penult. apres Proposition adioustez, du 2 liure, p. 207 l. 10 *lentement* pour *librement,* p. 209 l. penult. il pour *qu'il,* p. 210 l. 15 apres *arrive* adioustez à, l. 22 effac. *cent fois,* l. 33 apres D adioustez il, l. 41 *chaques,* p. 211 l. 1. *meut* pour *monte,* l. 25 la pour le, p. 212 l. 5 la pour *sa,* l. 26 *exauee* pour *eslancee.*

ADVERTISSEMENT.

L'on peut fauorablement expliquer l'opinion d'Aristote sur la generation du graue & del'aigu des sons, dont nous auons parlé dans le liure des Sons, & de la voix, & plusieurs fois ailleurs, parce que l'on experimente qu'une baguette fait vn bruit ou sifflemēt d'autant plus aigu qu'on la meut plus viste dans l'air: & l'on pourroit, ce semble, determiner la vitesse des missiles en chaque partie de leur chemin par la difference de l'aigu, & du graue de leurs sons, si l'on pouuoit la remarquer: ce qu'il faut aussi conclure de la differēte vitesse des corps qui descendent, suiuant la grande & laborieuse demonstration que l'on voit dans la 12. Prop. du liure des Dissonances. Mais l'experience enseigne que l'on n'entend point le bruit des missiles, lors qu'ils vont trop viste, ou trop lentemēt, par exemple, l'on n'entend point le son de la bale d'arquebuse tandis qu'elle fait 160 toises, encore que l'on ait l'oreille proche du lieu par où elle passe, ny lors qu'elle va aussi lentement que les pierres que l'on iette avec la main: ce qui semble estrange, & ce qui merite que l'on en recherche la cause, afin de cognoistre quelle doit estre la vitesse de chaque missile pour en remarquer le son: peut estre que la trop grande vitesse fait vn bruit si aigu, & la trop grande tardiuete vn si graue, qu'ils sont au delà de la portee de l'ouye: quoy qu'il en soit, la modification des sons quant au graue & à l'aigu, viennent tousiours du different nombre des batemens d'air actifs ou passifs. Or s'il y a quelque chose dans les liures precedens qui repugne à ce qui est demonstré dans le Traité des Mechaniques qui suit, il faut le corriger suiuant les demonstrations que l'on y trouuera, & si quelqu'un fait des experiences plus exactes que les nostres, il les pourra suiure, nostre intention n'ayant iamais esté que l'on suiue autre chose que la verité, en quelque lieu qu'elle se rencontre.

F I N.

TRAITE'

